نشریه مطالعات آموزشی، مرکز مطالعات و توسعه آموزش پزشکی دانشگاه علوم پزشکی ارتش
سال ششم، شماره اول، نیمسال اول تحصیلی ۹۷-۱۳۹۶

مقاله تحقیقاتی

بررسی کاربرد روش ردیابی چشمی به منظور تحقیق پیرامون فرایندهای شناختی در یادگیری چندرسانه‌ای

عباس تقی‌زاده[1]، زهره آقاکثیری[2]

چکیده

مقدمه و اهداف: طراحی محیط‌های یادگیری چند رسانه‌ایی بایستی با نتایج بدست آمده و اصول مبتنی بر شواهد تجربی دربارهٔ فرایند یادگیری انسان هم راستا باشد. روش ردیابی چشمی، روشی مبتنی بر پردازش فراگیر از مواد یادگیری ارائه شده در محیط‌های یادگیری چند رسانه‌ایی است. هدف پژوهش حاضر، بررسی کاربرد روش ردیابی چشمی به منظور تحقیق پیرامون فرایندهای شناختی در یادگیری چندرسانه‌ای بود.

روش: پژوهش حاضر از نوع مروری است که در تدوین آن ۲۱ مقاله مرتبط با کلید واژه‌های تحقیق (یادگیری چند رسانه‌ای حرکات چشم، توجه دیداری، ردیابی چشمی) که حاصل جستجو در پایگاه‌های مقالات معتبری چون Ebsco, Emerald ,Science Direct, Sage در بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ بود با روش کتابخانه‌ای بررسی گردید.

یافته‌ها: در این پژوهش کاربرد روش ردیابی چشمی بمنظور تحقیق پیرامون فرایندهای شناختی در یادگیری چندرسانه‌ای بررسی شد و به ارائه توضیحاتی دربارهٔ روش رد یابی چشمی، مقیاس‌های مورد استفاده در این روش و چالش‌های بکارگیری آن و اصول بدست آمده در زمینه طراحی آموزشی چندرسانه‌ایی‌های آموزشی منطبق با این روش، پرداخته شد.

نتیجه گیری: روش ردیابی چشمی راه منحصر بفردی را برای آزمون نظریات مربوط به یادگیری چند رسانه ایی خصوصا فرایند پردازش شناختی حین یادگیری، فراهم می‌کند و شایسته است تا در آینده بستر بکارگیری این روش در تحقیقات مربوط به یادگیری چند رسانه‌ایی هموار گردد.

کلمات کلیدی: یادگیری چند رسانه‌ای، حرکات چشم، توجه دیداری، ردیابی چشمی

مقدمه

گمان می‌رود چندرسانه‌ای‌ها (multimedia) که منابع گوناگونی (منابع صوتی و تصویری) را برای ارائه اطلاعات متعدد بکارمی‌گیرند، در راستای تحقق بخشیدن به اهداف آموزشی و سرگرمی مثمر ثمر واقع گردند (۱). به هر حال تحقیقات نشان داده‌اند که صرف ارائه اطلاعات در اشکال ارائه گوناگون، لزوما منجر به افزایش یادگیری معنادار نخواهد گردید (۲). پولتزنر و لو (۲۰۰۴) مدعی‌اند که پژوهشگران بایستی به تعاملات میان فراگیر و اشکال مختلف ارائه مواد آموزشی برای دستیابی به فهم بهتری از چگونگی ایجاد الگوهای ذهنی حاصل از

۱ـ دانشجوی دکتری تکنولوژی آموزشی دانشگاه تربیت مدرس
آدرس الکترونیک: ataghizadeh@gmail.com
۲ـ گروه علوم تربیتی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران
آدرس الکترونیک: zohrehaghakasiri@gmail.com

محیط‌های یادگیری چند رسانه‌ایی توجه کنند. مایر (۲۰۰۵) (Mayer) نیز به جای تاکید بر شکل ارائه رسانه با ارائهٔ اثر چند رسانه‌ایی، بر چگونگی تاثیر اثربخش چند رسانه ایی آموزشی بر بهبود پردازش شناختی یادگیرنده از محتوای ارائه شده تاکید دارد. تحقیق دربارهٔ آموزش‌های چندرسانه‌ایی، می‌تواند ۳ سوال اساسی را در ذهن تداعی سازد، نوع، زمان و چگونگی کارکرد آموزش‌های چندرسانه‌ایی. در ارتباط با نوع کارکرد آموزش‌های چندرسانه‌ایی، پیشرفت‌های اخیر در حوزه علم آموزش منجر به تدوین اصولی برای روش‌های طراحی دروس حاوی عناصر نوشتاری و تصویری شده است برای مثال بنا براصل چند وجهی (modality principle) یادگیری افراد از انیمیشن و کلام شفاهی، نسبت به انیمیشن و متن چاپی، بصورت عمیق‌تری صورت میگیرد. در ارتباط با زمان کارکرد آموزش‌های چندرسانه‌ایی، شواهد فراوانی وجود دارد که بطور دقیق اصول طراحی آموزشی بسته به هر موقعیت را تعیین می‌کند: یعنی بر حسب نوع مخاطب، نوع مواد آموزشی و شرایط یادگیری. در ارتباط با چگونگی کارکرد شیوه‌های گوناگون، به دنبال توصیف و شناسایی فرایندهای یادگیری هستیم که زیربنای اثربخش بودن یک شیوه آموزشی چندرسانه‌ایی است. روش‌های مختلفی برای فهم فرایندهای شناختی در حال وقوع یادگیری، از جمله پروتکل‌های فکر کردن با صدای بلند (Thinking aloud protocols) از دیرباز وجود داشته است اما مهمترین ایراد چنین روش‌هایی آن است که نمی‌توان به فرایند در حال وقوع یادگیری در ذهن فراگیر دست یافت. بنابراین اگر قصد داریم تا به درک کامل‌تری از چگونگی پردازش اطلاعات توسط فراگیر از مواد یادگیری ارائه شده در محیط‌های یادگیری چند رسانه ایی دست یابیم، داده‌های حین زمان یادگیری بایستی مورد تحلیل قرار گیرند. یکی از شیوه‌های ممکن برای دستیابی به هدف فوق بکارگیری فناوری ردیابی چشمی (Eye-tracking) است که از طریق آن می توانیم چگونگی تعامل فراگیران با اشکال گوناگون ارائه چند رسانه ایی را تحلیل نماییم. این روش زمینه مناسبی را برای فهم فرایندهای ادراکی فراگیر در طی فرایند یادگیری از چند رسانه ایی‌ها فراهم می‌کند (۳). از آن جهت که شیوه ردیابی چشمی اطلاعاتی را در خصوص تخصیص توجه دیداری (Visual Attention) فراهم می‌کند، روش بسیار مناسبی برای مطالعه تفاوت‌ها در زمینه فرایندهای توجه، که به هنگام رویارویی فراگیران با انواع گوناگونی از مواد یادگیری دیداری چند رسانه‌ایی (متون چاپی، انیمیشن، تصاویر ثابت و...) پدیدار می‌شود، است (۴). مطالعات صورت گرفته در زمینه ادراک تصویر (image perception) (۵) نشان می‌دهد که عناصر بصری در طی فرایند گام به گامی مورد ملاحظه و توجه قرار میگیرند اما در هر حال پویایی‌های دریافت و تفسیر پیام‌های چندگانه هنوز بصورت وسیعی مورد بررسی قرار نگرفته است (۶).

ضرورت بررسی عناصر تصویری در ارائه‌های چندرسانه‌ایی

در این قسمت به بیان مهمترین دلایل بررسی ارتباطات تصویری در ارائه‌های چندرسانه ایی پرداخته می‌شود. یکی از مسایل و چالش‌هایی که بایستی در تحقیقات مربوط به ارتباط تصویری و چندرسانه‌ایی‌ها مورد ملاحظه قرار گیرد، آن است که فراگیران یا دریافت کنندگان اطلاعات، نقش فعالی را در تعامل با پیام‌های چند گانه ایفا می‌کنند. دریافت و تفسیر تصاویر را می‌توان بصورت یک فرایند تعاملی میان فراگیر، پیام چندگانه و بافت یا موقعیت یادگیری در نظر گرفت. این بدان معناست که افراد برداشت‌های متفاوتی از تصاویر یکسان دارند و معانی بسیار متفاوتی را بدان نسبت می‌دهند. بنابراین مطالعه و بررسی طرز تعامل افراد با مطالب دریافتی و چگونگی ساخت معنا از آن دارای اهمیت حیاتی است. درک افراد از عناصر تصویری، هم به عوامل بیرونی چون (فرم، رنگ، روشنایی، تباین و حرکت تصویر) و عوامل درونی چون (ویژگی‌های شخصی فراگیران چون علایق، نگرش‌ها، اهداف،

انگیزه‌ها، دانش پیشین، تجارب، ترجیحات فردی، هیجانات و تفاوت‌های فرهنگی) بستگی دارد (۷). بنابراین شیوه دریافت، فهم و یادآوری محتوای پیام‌های چند رسانه ایی، هم تاحدی بوسیله ویژگی‌های برجسته دیداری و تا حدی نیز توسط عناصر معنایی (semantically relevant aspects) هدایت می‌شود. بحث دیگر اینکه، تعامل پویایی میان فراگیر و عناصر بصری وجود دارد. در تحقیقات مربوط به خواندن نیز تمرکز اصلی در استفاده از این روش فهم فرایندهای ذهنی سهیم در بازشناسی موفقیت آمیز کلمات و تجزیه و تحلیل موفقیت آمیز ساختار جمله بود.در هر حال تحقیقات نسبتا محدودی در زمینه مطالعه فرایند پردازش متون دیداری در قالب چند رسانه ایی‌ها صورت گرفته است.که البته از مهمترین دلایل آن می‌توان به دشواری تحلیل داده‌های بدست آمده از این روش اشاره نمود (۸). به نظر می‌رسد روش ردیابی چشمی بتواند در حیطه‌های مطالعاتی متعددی مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین ضرورت به کارگیری شیوه‌ای نوینی همچون ردیابی چشمی برای فهم مسائل مرتبط با پردازش عناصر بصری، ضروری است. لذا مهم‌ترین هدف این تحقیق بررسی کاربرد روش ردیابی چشمی بمنظور تحقیق پیرامون فرایندهای شناختی در یادگیری چندرسانه‌ای است.

روش پژوهش

این مطالعه از نوع مروری است. روال گردآوری داده‌ها به این صورت بود که مقالات و نوشته‌های مرتبط با موضوع ردیابی چشمی و مفاهیم مرتبط با آن (eye tracking ,eye movements, visual attention) در پایگاه‌های اطلاعاتی علمی و معتبری از جمله Sage، Emerald، Ebsco، science Direct در بازه زمانی سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ جستجو و بر این اساس ۴۵ مقاله یافت شده که در نهایت بر اساس ارتباط مقالات با موضوع تحقیق ۲۱ مقاله مورد بررسی قرار گرفته و نتایج حاصل گردید.

یافته‌ها

مقیاس‌های حرکات چشم در تحقیقات ردیابی چشمی

حرکات چشم فراگیر می‌تواند، جزییات چگونگی بازیابی و پردازش اطلاعات در اشکال مختلف دیداری توسط بیننده، در محیط‌های چند رسانه ایی فراهم آورد. در واقع حرکات چشم را می‌توان به دو دسته تقسیم بندی کرد، تثبیت (Fixation)، یعنی لحظه ایی که در آن چشم نسبتا بی‌حرکت است. بعلاوه تثبیت چشم بصورت نوعی زل زدن به مدت تقریبا ۳۰۰–۲۰۰ هزارم ثانیه که در طی آن توجه بصری بسمت منطقه خاصی از جلوه بصری معطوف می‌گردد، تعریف شده است. تثبیت‌ها بیانگر مواردی است که کسب و پردازش اطلاعات در طی آن بوقوع می‌پیوندد. تثبیت‌های چشمی تنها دوره‌های زمانی هستند که اطلاعت بوسیله سیستم شناختی مورد رمز گردانی و پردازش قرار می‌گیرند. از سوی دیگر ساکاد (Saccade) نیز به حرکت سریع چشم طی متمرکز شدن (تثبیت) از نقطه اولیه روی نقطه‌ایی دیگر اشاره دارد (۹).در مطالعات روانشناسانه عموما تثبیت را بعنوان یک وضعیت نسبتا ثابت حرکت چشم و یک ساکاد را بعنوان حرکت سریع چشم بین ۲ تثبیت متوالی تعریف می‌کنند. به نظر رهدر (Rehder) زمان یک تثبیت بسته به مواد مشاهده شده از ۱۰۰تا ۵۰۰ هزارم ثانیه متغیر است. به طور میانگین طول زمان یک تثبیت در هنگام مطالعه، تقریبا ۲۵۰ هزارم ثانیه می‌باشد. در حال حاضر شواهد کافی مبنی بر اینکه دشواری پردازش اطلاعات وارده منجر به افزایش مدت زمان تثبیت می‌گردد، وجود دارد (۱۰). بعلاوه تعداد تثبیت‌ها نیز ممکن است تحت تاثیر عواملی قرارگیرد. به عنوان مثال، تعداد تثبیت‌ها بروی محرک‌هایی بیشتر است که فهم آنها دشوارتر است. همان گونه که نتایج مجموعه تحقیقات صورت گرفته نشان می‌دهد، ارتباط موضوعی محرک‌ها، وضعیت حرکتی چشم را تحت تاثیر قرار می‌دهد. زمان تثبیت بیشتری بروی ویژگی‌های محرک‌های مرتبط با تکلیف در مقایسه با ویژگی‌های محرکهای نامرتبط با تکلیف

صرف میشود. سرانجام همانطور که نتایج تعدادی از تحقیقات به درستی نشان می‌دهد، چشم افراد به سمت ویژگی‌های برجسته بصری محیط پیرامون مجذوب می‌شود. برای مثال ظهور ناگهانی محرک‌های طبیعی، حرکت و روشنایی محرک‌ها همگی ویژگی‌هایی اند که می‌توانند توجه چشم‌ها را به خود جلب نمایند. در مجموع می‌توان گفت مسیر حرکت چشم‌ها هم به واسطه عوامل درونی (همچون مطابقت با اهداف مرتبط با تکلیف فراگیر) و هم عوامل بیرونی (ویژگی‌های محرک‌های برجسته محیطی) هدایت می‌شود (۹). همچنین علاوه بر حرکات چشم، مقیاس‌های اندازه‌گیری حرکات چشمی نیز در رویکردهای مختلفی ارائه شده اند. لیورسج (Liversedge) و همکاران (۲۰۰۰) مقیاس‌های حرکت چشم را به دو دسته مقیاس‌های فضایی (spatial measures) و مقیاس‌های زمانی (temporal measures) تقسیم کرده‌اند (۱۱). گلدبرگ و هلفمن (Goldberg & Helfman) (۲۰۱۱) نیز چندین مقیاس فضایی را بر اساس مسیرهای اسکن (scanpath) و مکان‌های حرکت چشمی، به منظور ارزیابی کاربرهای رایانه‌ایی مورد ارزیابی قرار داده‌اند (۱۲). جاکوب و کارن (Jacob& Karn) بیست و یک مطالعه دربردارنده روش ردیابی چشمی را مورد بازنگری قرار داده و ۶ مقیاس ردیابی چشمی پرکاربرد را به این شرح عنوان نموده‌اند (۱۳)، تعداد دفعات تثبیت (fixation count)، نسبت مقدار زمان صرف شده بروی هر ناحیه مورد علاقه، متوسط استمرار تثبیت، تعداد دفعات تثبیت بروی هر ناحیه مورد علاقه، میانگین زمان خیره شدن برروی هر ناحیه مورد علاقه و نرخ تثبیت. در ضمن راداچ و کندی (Radach & Kennedy) (۱۴) مقیاس‌های ردیابی چشمی مبتنی بر کلمه را به دو طبقه، مقیاس زمانی (اندازه‌گیری شده بر حسب زمان) و مقیاس فضایی (اندازه‌گیری شده بر حسب فضا) تقسیم بندی نموده‌اند. به منظور فهم بهتر مقیاس‌های حرکت چشم، رایج‌ترین شاخص‌های حرکت چشم بر حسب دو بعد انواع حرکت چشم (تثبیت، ساکاد و آمیخته) و مقیاس اندازه‌گیری (زمانی، فضایی وشمارشی) در جدول شماره ۱

جدول ۱- رایج‌ترین شاخص‌های حرکت چشم بر حسب دو بعد انواع حرکت چشم و مقیاس اندازه‌گیری (به نقل از لای و تسی، ۲۰۱۲)

	انواع حرکت چشم		
	تثبیت	ساکاد	آمیخته
مقیاس اندازه‌گیری	**مقیاس زمانی**	-	-
	مجموع زمان تثبیت	مدت زمان ساکاد	مجموع زمان مطالعه
	مدت زمان خیره شدن	-	زمان اولین گذر
	متوسط مدت زمان تثبیت	-	زمان مطالعه مجدد
	مدت زمان اولین تثبیت	-	-
	نسبت زمان تثبیت	-	-
	مقیاس فضایی	-	-
	موقعیت تثبیت	طول ساکاد	الگوی مسیر اسکن
	توالی تثبیت	-	-
	مقیاس شمارشی	-	-
	تعداد تثبیت‌ها	تعداد ساکادها	-
	متوسط تعداد تثبیت‌ها	-	-
	احتمال تعداد تثبیت‌ها	-	-

تقسیم بندی شده‌اند. هر یک از اندازه‌های حرکت چشم بطور مختصر در جدول شماره ۲ تعریف شده است. بنابر جدول شماره ۱ از میان ۳ نوع حرکت چشم، تثبیت و ساکاد بعنوان دو نوع اصلی که توسط ردیاب‌های چشمی ثبت می‌شود، تعریف می‌گردد. مقیاس‌های اندازه‌گیری حرکت چشم نیز به ۳ طبقه تحت عناوین زمانی، فضایی و شمارشی تقسیم می‌شوند. مقیاس زمانی اشاره به اندازه‌گیری حرکت چشم در بعد زمانی دارد. برای مثال مدت زمانی که صرف مشاهده نقاط خاصی از یک تصویر می‌شود.چند شاخص همچون مجموع زمان تثبیت‌ها، مجموع زمان مطالعه و مدت زمان خیره شدن که به مجموع زمان تثبیت به روی یک نقطه تصویری اشاره دارند، در این مقیاس اندازه‌گیری می‌شوند. مقیاس‌های زمانی در پاسخ به سوالاتی دربارهٔ زمان و طول مدت فرایند شناختی، مثمر ثمر واقع می‌گردند (۱۵) مقیاس‌های فضایی، اشاره به اندازه‌گیری حرکت چشم در بعد فضایی دارد. موقعیت‌ها، فواصل، مسیرها، توالی‌ها یا روابط تثبیت‌ها و ساکادها در این مقیاس مورد بررسی قرار می‌گیرند. شاخص‌هایی چون موقعیت تثبیت، توالی تثبیت، طول مدت ساکاد و الگوهای اسکن مسیر به این مقیاس تعلق دارند. مقیاس‌های فضایی در پاسخ به سوالاتی در مورد مکان و چگونگی فرایندهای شناختی مثمر ثمر واقع میگردند (۱۱). سرانجام مقیاس‌های شمارشی اشاره به اندازه‌گیری حرکت چشم بر مبنای فراوانی یا تعداد دفعات دارد.برای مثال تعداد دفعات تثبیت و احتمال وقوع تثبیت، به این مقیاس تعلق دارند. مقیاس‌های شمارشی معمولا برای شناسایی اهمیت مواد دیداری مورد استفاده قرار می‌گیرند.در برخی موارد تعداد دفعات تثبیت‌ها همبستگی قوی با شاخص‌هایی چون مجموع زمان تثبیت‌ها دارد. این امر نشان میدهد شاخص‌های طبقات مختلف ممکن است که فرایندهای شناختی یکسانی را منعکس نمایند. نکته‌ایی که بایستی خاطر نشان کرد این است که در حوزه‌های موضوعی

جدول ۲- تعریف مقیاس‌های اندازه‌گیری حرکات چشم رایج در تحقیقات با روش ردیابی چشمی (به نقل از لای و تسی، ۲۰۱۲)

مقیاس اندازه‌گیری		تعریف
مقیاس زمانی	مجموع زمان تثبیت	مجموع زمانی که صرف تثبیت‌ها میشود.
	مدت زمان خیره شدن	مجموع زمان تثبیت روی یک کلمه یا یک نقطه تصویری
	متوسط مدت زمان تثبیت	میانگین مدت زمان تثبیت روی هر نقطه تصویری
	مدت زمان اولین تثبیت	زمان صرف شده برای اولین تثبیت
	نسبت زمان تثبیت	نسبت زمان تثبیت شده روی یک نقطه تصویری نسبت به مجموع زمان تثبیت‌ها
	مدت زمان ساکاد	مجموع زمان ساکادی صرف شده روی یک نقطه تصویری
	مجموع زمان مطالعه	مجموع زمانی که صرف مطالعه یا صرف دیدن نقاط تصویری میشود.
	زمان اولین گذر	زمانی که برای اولین بار صرف دیدن یک نقطه تصویری میشود.
مقیاس فضایی	موقعیت تثبیت	مکان یک تثبیت
	توالی تثبیت	توالی تخصیص تثبیت ها روی نقاط تصویری
	طول ساکاد	فاصله بین ۲ تثبیت متوالی
	الگوی اسکن مسیر	الگوی توالی تثبیت‌ها
مقیاس شمارشی	تعداد تثبیت‌ها	مجموع تعداد تثبیت‌ها روی یک نقطه تصویری یا کلمه
	متوسط تعداد تثبیت‌ها	متوسط تعداد تثبیت‌ها روی هر نقطه تصویری
	احتمال تعداد تثبیت‌ها	احتمال تعداد تثبیت‌ها روی یک نقطه تصویری نسبت به تعداد کلی تثبیت‌ها
	تعداد ساکادها	مجموع تعداد ساکادها بروی یک نقطه تصویری

مختلف ممکن است بر مقیاس‌های خاصی از حرکات چشم تاکید شود. برای مثال در تحقیقات مربوط به خواندن بیشتر بر مقیاس‌های زمانی تاکید می‌شود در حالی که در تحقیقات مربوط به ادراک تصویر بیشتر بر مقیاس‌های فضایی تاکید شود (۱۷). در جدول شماره ۱ مقیاس‌های حرکات چشمی رایج در تحقیقات با روش ردیابی چشمی ارائه شده است.

همچنین در جدول شماره ۲ تعاریف مرتبط با مقیاس‌های حرکات چشم در تحقیقات با ردیابی چشمی ارائه شده است.

همچنین جاکوب و کارن با بررسی تحقیقات اولیه معیارهایی را دربارهٔ حرکات چشم که عموما برای ارزیابی فعالیت‌های شناختی فرد طی مواجه با مواد دیداری مورد استفاده قرار میگیرند، ارائه نموده‌اند. بنابر نظر جاکوب و کارنن تعداد تثبیت‌ها می‌تواند دارای همبستگی با بکارگیری راهبردهای اثربخش توسط بیننده در جستجوی اطلاعات مربوط باشد. هر چه تعداد تثبیت‌ها بیشتر باشد راهبردهای جستجوی اطلاعات برروی صفحه رایانه از اثربخشی کمتری برخوردار است (۱۳). همچنین، فراوانی تثبیت‌های بیننده بروی یک عنصر خاص یا ناحیه ایی از یک نمایش دیداری، منعکس کننده اهمیت آن ناحیه یا عنصر و مدت زمان تثبیت بروی عناصر خاص از یک نمایش دیداری، می توانند برای شناسایی ناحیه مورد علاقه بیننده مورد استفاده قرار گیرد. بعلاوه زمان تثبیت طولانی تر بروی یک نقطه، ممکن است بواسطه مواجه فراگیر با دشوارترین تکالیف یادگیری باشد. بعلاوه مسیرهای اسکن یا توالی تثبیت‌ها، نشانگر تغییرات در نواحی علاقه در طی زمان، می‌تواند برای تعیین تصویر سازی ذهنی فراگیر از مشاهده نمایش‌های دیداری مورد استفاده قرار گیرد (۱۷).

بحث

در ادامه به بررسی تعدادی از تحقیقات انجام شده با روش ردیابی چشمی براساس متغیرهای مستقلی چون عناصر گرافیکی نشانه دهی شده و عادی (اصل سیگنلینگ)، فراگیران با دانش پیشین بالا و پایین (اصل دانش قبلی)، انیمیشن و گفتار در مقابل انیمیشن و متن چاپی (اصل چند وجهی) و ارائه سریع به آسان در مقابل آسان به سریع (اصل گام برداری) که اثرات مستقیمی در زمینه طراحی آموزشی چندرسانه ایی‌های آموزشی دارند، پرداخته شده است. متغیرهای وابسته‌ایی که در این تحقیقات مورد بررسی قرار گرفته‌اند عبارتند از تثبیت چشمی؛ یعنی مدت زمان تمرکز چشم روی نقاط مرتبط گرافیک و پیامدهای یادگیری یا کارکردهای شناختی چون نمرات آزمودنیها در آزمون انتقال یادگیری.

همانگونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود رسانه آموزشی در تمامی این تحقیقات عناصر بصری اعم از تصاویر ثابت، انیمیشن و ویدئو است و تنها در یک تحقیق از متن به همراه گرافیک استفاده شده است. سوالی که در این تحقیقات با استفاه از روش ردیابی چشمی مورد بررسی قرار گرفته است این است که آیا متغیرهای مستقل ما به شرح ذکر شده تاثیری بروی متغیرهای وابسته دارند؟

نتایج تحقیقات بوچیکس و لاو (۲۰۱۰) و دی کونینگ و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از روش ردیابی چشمی تاثیر اثر سیگنالینگ را بر زمان تثبیت چشمی و میزان یادگیری (پردازش عمیق شناختی در طی زمان یادگیری) نشان داد. یعنی دانشجویانی که شاهد انیمیشن سیگنال شده بودند زمان بیشتری را صرف مشاهده نقاط مرتبط با موضوع یک انیمیشن آموزشی نموده، و نمرات بالاتری را بر حسب ایجاد الگوی ذهنی در مقایسه با گروهی که یک انیمیشن غیر سیگنال شده را مشاهده کرده بودند، بدست آوردند (۱۸، ۱۹). نتایج تحقیقات جاروتزکا و همکاران (۲۰۱۰) و گانهام و همکاران (۲۰۱۰) حاکی از تاثیر دانش پیشین فراگیر بر روی ۲ متغیر وابسته مدت زمان تثبیت چشمی و نمرات عملکرد شناختی، بود. یعنی دانش آموزان دارای دانش پیشین بالاتر، زمان بیشتری را صرف مشاهده نقاط مرتبط با موضوع گرافیک آموزشی نموده و نمرات بالاتری را در دقت در پاسخگویی به سوالاتی که

جدول ۳- محتوای آموزشی، رسانه آموزشی، متغیرهای مستقل اصلی، مقیاس اصلی حرکت چشم و مقیاس‌های به کار رفته برای اندازه‌گیری پیامدهای یادگیری در تحقیقات بررسی شده

پژوهشگر	محتوای آموزش	رسانه	متغیر مستقل اصلی	مقیاس تثبیت چشمی	مقیاس های بکار رفته برای اندازه گیری پیامد یادگیری
بوچیکس و لاو (Boucheix and Lowe) (۲۰۱۰)	آموزش پیانو	انیمیشن	اثر سیگنالینگ:رنگ‌های پیش رونده در مقابل فلش	زمانی که صرف مشاهده نقاط مرتبط با موضوع گردیده است.	نمرات آزمون درک مطلب(۱۹)
دی کونینگ و همکاران (De Koning) (۲۰۱۱)	آموزش کارکرد سیتم قلبی	انیمیشن	اثر سیگنالینگ:سرنخ دهی، در مقابل عدم سرنخ دهی	زمانی که صرف مشاهده نقاط مرتبط با موضوع گردیده است.	نمرات آزمونهای درک مطلب و انتقال یادگیری: تعداد عبارات اکتشافی از سوی فراگیر در پروتکل‌های کلامی(۲۰)
جاروتزکا و همکاران (Jarodzka) (۲۰۱۰)	الگوهای شنای ماهی	ویدئو	تخصص: متخصصان در مقبل دانش آموزان	زمانی که صرف مشاهده نقاط مرتبط با موضوع گردیده است.	دقت در توصیف الگوی حرکتی(۲۱)
گانهام و همکاران (Canham and Hegarty) (۲۰۱۰)	نقشه های هواشناسی	نقشه های ثابت	دانش قبلی: قبل و بعد از آموزش	زمانی که صرف مشاهده نقاط مرتبط با موضوع گردیده است.	دقت در تایید جهت باد(۲۲)
اشمیت و همکاران (Schmidt-Weigand et al) (۲۰۱۲)	رعد و برق	انیمیشن و کلام	چندوجهی: انیمیشن و روایت در مقابل انیمیشن و متن چاپی	زمانی که صرف مشاهده نقاط مرتبط با موضوع گردیده است.	نمرات آزمون‌های حافظه بصری، درک مطلب و انتقال یادگیری(۲۳)
مایر و همکاران (Meyer et al) (۲۰۱۰)	موتو ۴ زمانه	انیمیشن	سرعت ارائه: سریع در مقابل آهسته	زمانی که صرف مشاهده نقاط مرتبط با موضوع گردیده است.	نمرات آزمون انتقال یادگیری(۲۴)

مستلزم نتیجه‌گیری بر اساس مشاهده گرافیک‌ها بود، بدست آوردند (۲۰، ۲۱). در پنجمین تحقیق نتایج تحقیقات اسمیت و همکاران (۲۰۱۲) تنها حاکی از تاثیر اثر چندوجهی بر زمان تثبیت چشمی و نه اندازه‌های پیامدهای یادگیری چون نمرات آزمون‌های انتقال یادگیری بود (۲۲). و سرانجام نتایج تحقیقات مایر و همکاران (۲۰۱۰) هیچ گونه شواهدی را در حمایت از تاثیر اثر گام برداری- یعنی ارائه انیمیشنی با سرعت بالا که در ادامه از سرعت آن کاسته می‌شود - در بهبود (یا تاثیر منفی) بر یادگیری کلی (هم در زمینه زمان تثبیت چشمی و هم اندازه‌های پیامدهای یادگیری) در مقایسه باحالتی که سرعت ارائه در ابتدا پایین و در ادامه بالا میرود، نشان نداد. اما محققان دریافتند در آزمون درک مطلب ارائه سریع به آهسته، منجر به تفاوت ناچیزی میان دانش سطح بالا و پایین، نسبت به ارائه آهسته به سریع، در یادگیری فراگیران می‌گردد (۲۳). همچنین نتایج فوق در جدول شماره ۴ بصورت خلاصه ارائه شده است.

لذا بر اساس تحقیقات فوق می‌توان به این نکته اشاره کرد که روش ردیابی چشمی بینش جامع‌تری را برای پژوهشگران در زمینه اثربخشی اصول طراحی آموزشی چندرسانه‌ایی‌های آموزشی در مقایسه با سایر روش‌ها به سبب پردازش شناختی فراگیر حین یادگیری فراهم می‌نماید.

جدول ۴- نتایج تجربی و دلالت‌های نظری بر اساس نتایج بدست آمده بوسیله روش ردیابی چشمی

تحقیق	نتایج تجربی	دلالت های نظری
بوچیکس و لاو (۲۰۱۰)	یادگیرندگان زمان بیشتری را صرف مشاهده نقاط مرتبط با موضوع یک انیمیشن هنگامی که بصورت های فضایی و زمانی برجسته هستند، می‌کنند (اثر سیگنالینگ).گروه تحت مداخله اثر سیگنالینگ عملکرد بهتری را در آزمون درک مطلب نشان دادند. (اثر سیگنالینگ)	سیگنال‌ها یا علائم دیداری توجه بصری فراگیر را هدایت می‌کند. ارتباط قوی بین تثبیت‌های چشمی و پیامدهای یادگیری وجود دارد (۱۸).
دی کونینگ و همکاران (۲۰۱۱)	یادگیرندگان زمان بیشتری را صرف مشاهده نقاط مرتبط با موضوع یک انیمیشن هنگامی که برجسته هستند، می‌کنند (اثر سیگنالینگ) هیچ تفاوتی در زمینه نمرات آزمون‌های یادیاری و انتقال یادگیری میان گروه ها در شرایط سیگنالد و غیر سیگنالد مشاهده نشد.	سیگنال‌ها یا علائم دیداری توجه بصری فراگیر را هدایت می‌کند. (۱۹) ارتباطی بین تثبیت‌های چشمی و پیامدهای یادگیری وجود ندارد.
جاروتزکا و همکاران (۲۰۱۰)	متخصصان نسبت به مبتدیان زمان بیشتری را صرف مشاهده قسمت‌های مرتبط با موضوع ویدئو می‌نمایند. متخصصان نسبت به مبتدیان توصیفات دقیق‌تری را در خصوص الگوی حرکتی ماهی ها ارائه می‌کنند.	دانش قبلی توجه دیداری فراگیر را هدایت می‌کند. ارتباط قوی بین تثبیت‌های چشمی و پیامدهای یادگیری وجود دارد (۲۰).
گانهام و همکاران (۲۰۱۰)	فراگیران پس از آموزش زمان بیشتری را صرف مشاهده قسمت‌های مرتبط با موضوع می‌نمایند. فراگیران بعد از آموزش در تعیین مسیر باد دقیق تر عمل می‌کنند	دانش قبلی توجه دیداری فراگیر را هدایت میکند. ارتباط قوی بین تثبیت‌های چشمی و پیامدهای یادگیری وجود دارد (۲۱).
اشمیت و همکاران (۲۰۱۲)	فراگیران زمان بیشتری را صرف مشاهده قسمت‌های مرتبط با موضوع انیمیشن هنگام ارائه انیمیشن و گفتار در مقایسه با انیمیشن و متن چاپی می‌نمایند. (اثر چند وجهی) هیچ تفاوتی راجع به نمرات آزمودنیها در آزمونهای یادداری، انتقال یادگیری وجود ندارد (عدم تاثیر اثر چند وجهی) ارائه انیمیشن و کلام با سرعت آهسته باعث عملکرد بهتر فراگیران در آزمون حافظه دیداری می‌گردد. (اثر چندوجهی)	در هنگام ارائه انیمیشن و متن چاپی فراگیران بایستی توجه خود را بین گرافیک و متن چاپی تقسیم کنند ارتباط قوی بین تثبیت‌های چشمی و پیامدهای یادگیری وجود ندارد (۲۲).
مایر و همکاران (۲۰۱۰)	سرعت ارائه انیمیشن (سریع به آهسته یا بالعکس) هیچ گونه تاثیری بر زمان تثبیت چشمی ندارد. سرعت ارائه انیمیشن (سریع به آهسته یا بالعکس) هیچ گونه تاثیری بر نمرات کلی آزمون درک مطلب ندارد.	هیچ گونه شواهد قوی در خصوص تاثیر ارائه سریع به آهسته رویدادهای بزرگ و ارائه آهسته به سریع رویدادهای کوچک را برجسته سازد، وجود ندارد (۲۳).

نتیجه‌گیری

طراحی محیط‌های یادگیری چند رسانه‌ایی بایستی با نتایج بدست آمده و اصول مبتنی بر شواهد تجربی در خصوص فرایند یادگیری انسان هم راستا باشد. انجام تحقیقات با استفاده از روش ردیابی چشمی راه منحصر بفردی را برای آزمون جنبه‌های نظریات مربوط به یادگیری چند رسانه‌ایی بویژه فرایند پردازش شناختی حین یادگیری، فراهم می‌کند.به نظر می‌رسد روش ردیابی چشمی بتواند در حیطه‌های مطالعاتی متعددی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین با استفاده از روش ردیابی چشمی می‌توان به صورت برخط به بررسی فرایندهای توجهی در طی یادگیری پرداخت. بررسی حرکات چشمی برای بررسی یادگیری از مواد دیداری ارائه شده ضروری است. بنابراین با توجه به مزایای ذکر شده لزوم تدوین چارچوب مفهومی در خصوص روش ردیابی چشمی و روال اجرای آن برای پژوهشگران به منظور اجرای مطالعات ردیابی چشمی ضروری است. در این پژوهش به ارائه توضیحاتی در خصوص

روش رد یابی چشمی، مقیاس‌های مورد استفاده در این روش و چالش‌های بکارگیری آن و اصول ماخود با استفاده از این روش که بایستی در زمینه طراحی آموزشی چندرسانه‌ایی‌های آموزشی مورد توجه قرار گیرد، پرداخته شد. اما بایستی اشاره شود حتی اگر استفاده از این روش اطلاعات بسیار ارزشمندی را برایمان فراهم نماید (به عنوان مثال آنچه که از سوی فراگیر به عنوان محرکهای مرتبط با تکلیف تصور می‌شود) هیچ گونه اطلاعاتی را در اختیار پژوهشگر در خصوص موفقیت یا شکست فراگیر در درک و فهم قطعات اطلاعاتی مرتبط با تکلیف نمی گذارد. ممکن است فراگیر زمان زیادی را صرف توجه به ویژگی محرکهای مرتبط با موضوع بدون دستیابی به فهم کافی از ارتباط آن با موضوع یا اصل زیربنایی آن نماید. در خصوص روش ردیابی چشمی، این روش با دو چالش اصلی رو به روست:

- اندازه‌گیری حرکت چشم
- ترسیم مسیر نگاه در دنیای واقعی

اگرچه تلاش‌ها برای اندازه‌گیری عینی حرکات چشم به ۱۰۰ سال پیش باز می‌گردد (وید و تاتلر (Wade & Tatler)؛ ۲۰۰۵) برخی از روش‌های اولیه برای اندازه‌گیری حرکات چشم با وجود ابتکاری بودن، کاربر پسند نبود. نه تنها شیوه ردیابی چشمی نامناسب بود بلکه تحلیل داده‌ها بدست آمده نیز کار پیچیده‌ایی بود و اغلب مستلزم تحلیل فریم به فریم فیلم‌ها یا ویدئوهای ضبط شده از حرکات چشم بود.پیشرفت تکنولوژی‌های ویدئویی و رایانه‌ایی در دهه گذشته انقلاب عظیمی را در تحقیقات حرکت چشمی بوجود آورد (۲۴). برای اندازه‌گیری حرکت چشم نرم افزارهای پردازش ویدئویی ویژگی‌های مشخصی از چشم را در فریم‌های ویدئویی ردیابی میکنند. یکی از جنبه‌های اصلی برای ردیابی، مردمک چشم است. بیشتر ردیابی‌های چشمی از نور مادون قرمز یا نزدیک به مادون قرمز برای افزایش کنتراست بین مردمک و عنبیه به منظور تسهیل ردیابی استفاده می‌نمایند. به هر حال وضعیت مردمک تا حدی به حرکات سر حساس است. یک راه حل برای رفع این مشکل به لطف تکنولوژی‌های پیشرفته ویدئویی، ردیابی مرکز مردمک و محل بازتاب قرنیه است. وضعیت نسبی این دو دلالت بر موقعیت چشم با توجه به دوربین دارد. اما نسبت به حرکات بدن یا سر حساس نیست (۲۵). استفاده از ترکیب مرکز مردمک-بازتاب قرنیه و سایر روش‌ها به طور زیادی موجب کاهش وسایل ثابت سازی قبلا مورد استفاده گردیده است. دومین چالش، شناسایی مکان یا سوژه‌ای است که فراگیران در حال نگاه کردن به آن است. ترسیم وضعیت چشم و جهان واقعی از طریق فرایندکالیبراسیون محقق می‌شود. با این روش قبل (در برخی موارد قبل یا بعد) از مطالعه از فراگیران خواسته می‌شود تا چندیدن بار به چند نقطه از پیش تعیین شده نگاه کنند. این نقاط یک دریچه یا شبکه‌ایی را تعریف می‌کند که بوسیله آن تمام مسیرهای نگاه بعدی در آن جای می گیرند.این روش تنها مبنا برای تعیین اینکه کدام بخش از محرکهای دیداری توسط بیننده مشاهده می‌شود، است. (گردبک و همکاران: ۲۰۱۰). برای مثال در یک چند رسانه ایی مربوط به آموزش چگونگی کارکرد سیستم قلبی-عروقی فراگیر ممکن است به ویژگی‌های بصورت بصری متمایز قسمت‌هایی از انیمیشن بدون دستیابی به فهمی راجع به کارکرد آن قسمت توجه نماید) بنابراین بایستی داده‌های حاصل از روش ردیابی چشمی همراه با سایر مقیاس‌های عملکردی همچون آزمون‌های درک مطلب گذشته نگر (Retrospective comprehension test) یا پروتکل‌های فکر کردن با صدای بلند (Think aloud protocol)، تفسیر گردد (۸). امید است تا در آینده بستر بکارگیری این روش در تحقیقات مربوط به یادگیری چند رسانه‌ایی هموار گردد.

References

1- Schnotz, W., & Lowe, R. (2003). External and internal representations in multimedia learning: Learning and Instruction 13 , 117–123.

2- Mayer, R.E. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. In R.E. Mayer (Ed.),The Cambridge handbook of multimedia learning(pp. 31–48). New York: Cambridge University Press.

3- Mayer, R. E. (2009).Multimedia learning (2nd ed.). New York: Cambridge University Press.

4- Holsanova, J., Holmberg, N., & Holmqvist, K. (2009). Reading information graphics: the role of spatial contiguity and dual attentional guidance. Applied Cognitive Psychology, 23, 1215-1226.

5- Holsanova, J. (2008) Discourse, Vision, and Cognition. Amsterdam/Philadelphia: Benjamins.

6- Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka,H., & van de Weijer, J. (2011).Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures. Oxford: Oxford University Press.

7- Boeriis, M. and Holsanova, J. (2012, this issue) 'Tracking Visual Segmentation: Connecting Semiotic and Recipient Perspectives'.

8- Hyönä a.j(2010).the use if eye movement in the study of multimedia. learning. Learning and instruction20.172.176

9- Granka, L., Joachims, T., Gay, G(.2004): Eye-tracking analysis of user behavior in WWW search, Citeseer, pp. 25–29.

10- Rehder, B., Colner, R. M., & Hoffman, A. B. (2009). Feature inference learning and eye tracking. Journal of Memory and Language, 60, 393–419.

11- Liversedge, S. P., & Findlay, J. M. (2000). Saccadic eye movements and cognition. Trends in Cognitive Sciences, 4(1), 6–14.

12- Goldberg, J. H., & Helfman, J. I. (2011). Eye tracking for visualization evaluation: reading values on linear versus radial graphs. Information Visualization,10(3), 182–195.

13- Jacob, R. J., & Karn, S. K. (2003). Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises. In J. Hyönä, R. Radach, &H. Deubel (Eds.),The mind's eye: Cognitive and applied aspects of eye movement research(pp. 573–605). Amsterdam: Elsevier Science.

14- Radach, R., & Kennedy, A. (2004). Theoretical perspectives on eye movements in reading: Past controversies, current issues, and an agenda for future research. In R. Radach, A. Kennedy, & K. Rayner (Eds.),Eye movements and information processing during reading(pp. 3–26). New York: Psychology Press.

15- Liversedge, S. P., Gilchrist, I. D., & Everling, S. (2011). The Oxford handbook of eye movements. Oxford: Oxford University Press.

16- Lai.m & Tsai.m(2012) A review of using eye-tracking technology in exploring learning from 2000 to 2012 Educational Research Review 10 . 90–115

17- Huber S, Krist H (2004) When is the ball going to hit the ground? Duration estimates, eye 19-.Boucheix, J.-M., & Lowe, R. K. (2010). An eye-tracking comparison of external pointing cues and internal continuous cues in learning with complex animations. Learning and Instruction, 20(2), 123-135.

18- Boucheix, J.-M., & Lowe, R. K. (2010). An eye-tracking comparison of external pointing cues and internal continuous cues in learning with complex animations. Learning and Instruction, 20(2), 123-135.

19- De Koning, B. B., Tabbers, H. K., Rikers, R. M. J. P., & Paas, F. (2011).Attention guidance in learning from complex animation: seeing is understanding? Learning and Instruction, 20(2), 111-122.Gredeback, G., Johnson, S., & von Hofsten, C. (2010). Eye tracking in infancy research. Developmental Neuropsychology, 35(1), 1–19. doi: 10.1080=87565640903325758.

20- Jarodzka, H., Scheiter, K., Gerjets, P., & Van Gog, T. (2010). In the eyes of the be holder: how experts and novices interpret dynamic stimuli. Learning and Instruction, 20(2), 146-154.

21- Canham, M., & Hegarty, M. (2010). Effects of knowledge and display design on comprehension of complex graphics. Learning and Instruction, 20(2),155-166.

22- Schmidt-Weigand, F., Kohert, A., & Glowalla, U. (2012). A closer look at split visual attention in system- and self-paced instruction in multimedia learning. Learning and Instruction, 20(2), 100-110.

23- Meyer, K., Rasch, T., & Schnotz, W. (2010). Effects of animation's speed of presentation on perceptual processing and learning. Learning and Instruction, 20(2), 136-145.

24- Wade, N., & Tatler, B. W. (2005).The moving tablet of the eye: The origins of modern eye movement research. Oxford, NY: Oxford University Press.

25- Gredeback, G., Johnson, S., & von Hofsten, C. (2010). Eye tracking in infancy research. Developmental Neuropsychology doi: 10.1080=875656movements, and mental imagery of object motion. J Exp Psychol Hum Percept Perform 30(3):431.

Eye-Tracking Method' Usage for Understanding the Cognitive Processes in Multimedia Learning

Taghizade A[1], Aghakasiri Z[2]

Abstract

Introduction: Designing multimedia learning environments should consist of the evidence-based study and principals about the human learning process. Eye tracking is a way based on the learner processing of learning materials which presented in multimedia learning environments. The aim of the study was to examine the use of the eye-tracking method to investigate the cognitive processes in multimedia learning

Methods: This is a review study. The data collected from the Science Direct, Emerlan Databases, Ebsco, and Sage, in the year of 2000-2013. The keywords were multimedia learning, eye movements, visual attention, and visual tracking

Findings: In this research, we examined using the eye-tracking method to understand the cognitive processes in multimedia learning. Some explanations about the eye tracking method, the used scales, the challenges of using this method, have been described in this article. The principles of the instructional design and the educational multimedia are discussed.

Conclusion: The eye-tracking method provides a unique way for examining multimedia learning theories, especially the cognitive processing during learning. Applying this method to multimedia learning researchers in the future is worth wise.

Keywords: Multimedia learning, Eye Movements, Visual Attention, Visual Tracking.

1- PhD Student of Tarbiat Modares University in Instructional Technology. Email: ataghizade672@gmail.com
2- Education department of Islamic Azad university, Yazd. Email: zohrehaghakasiri@gmail.com