بررسی نقش فناوری ردیاب چشمی در پژوهش‌های یادگیری: مطالعه‌ی ده سال پژوهش

نسرین محمدحسنی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۰۸ پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۱۰/۰۴

چکیده

فناوری ردیاب چشمی چند سالی است که توجه پژوهشگران را به عنوان ابزاری برای یافتن داده‌های عینی از فرایندهای ذهنی به خود جلب کرده است. پژوهش حاضر با هدف بررسی کاربست‌های فناوری نامبرده در انجام مطالعات حوزه‌ی یادگیری، به روش مرور نظامند به تحلیل پژوهش‌های انجام شده طی سال‌های ۲۰۱۰ - ۲۰۲۰ پرداخته است. تعداد ۲۴ مقاله بعد از اعمال ملاک‌های ورود و خروج مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌ها نشان داد که تثبیت و مدت زمان خیرگی، از جمله مقیاس‌های اندازه‌گیری ردیاب چشم بوده که در اکثر مطالعات یادگیری، مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین بررسی توجه بصری در حین پردازش‌های شناختی، بررسی گذار بین اطلاعات متنی و تصویری، مقایسه‌ی استراتژی‌های افراد موفق در حین خواندن، تصمیم‌گیری، حل‌مسئله و الگوسازی پردازش اطلاعات از جمله کاربردهای رصد حرکات چشم در مطالعات یادگیری بوده است. نتایج تحلیل حاکی از آن است که ابزار ردیاب چشمی، امکانی را پیش روی محققان تعلیم و تربیت قرار می‌دهد تا نتایج یادگیری را به پردازش‌های شناختی پیوند بزنند؛ که این مهم دلالت‌هایی را برای طراحی محیط‌های یادگیری به همراه دارد.

کلیدواژه‌ها: فناوری ردیاب چشمی، مرور نظامند، یادگیری

۱. استادیار گروه تکنولوژی آموزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. n.mohammadhasani@khu.ac.ir

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

مقدمه

با گذر از عینیت‌گرایی به سمت دیدگاه‌های جدید، بحث شناخت، فعالیت‌های ذهنی و اهمیت آن‌ها در یادگیری انسان مطرح شد. به طوری که یادگیری فراتر از کسب اطلاعات جدید، در توسعه ادراک، مهارت‌های اجتماعی و دانش مفهومی نمود می‌یابد(گسوامی[1]، ۲۰۰۸). یکی از چالش‌های این نگاه، بحث اندازه‌گیری و رصد سازه‌های این دیدگاه است. از جمله نیازهای پژوهشی در زمان اندازه‌گیری موضوعات ذهنی، عینی‌سازی ابزارهای اندازه‌گیری است. نیازی که عموما با سیاهه‌های خودارزیابی، تست‌های مداد-کاغذی، پروتکل بلنداندیشی و مشابه آن پاسخ داده می‌شود که با مساله‌ی اعتبار روبروست. مایر و همکارانش در تازه‌ترین مقاله خود(مکرانسکای، ترکیلدسن و مایر[2]، ۲۰۱۹) ضمن پرداختن به این چالش، بر اهمیت ابزارهای عینی برای اندازه‌گیری فرایندهای شناختی تاکید می‌کنند و استفاده‌ی توأمان از امواج مغزی و سیستم ردیاب چشمی را پاسخی برای آن می‌دانند.

بحث استفاده از پتانسیل‌های فناوری برای فائق آمدن بر این چالش، سبب شده است به مانند پژوهش نامبرده از مایر و همکارانش، فناوری ردیاب چشمی برای مطالعه فرایندهای مهم شناختی مورد توجه پژوهشگران قرار گیرد. قابلیت این فناوری در ثبت فعالیت‌های شناختی به صورت برخط در کسب این توجه بی‌تاثیر نبوده و به محبوبیت این فناوری به عنوان یک ابزار رصد عینی از داده‌های مختلف، مخصوصا در میان روانشناسان منجر شده است.

ردیابی حرکات چشم بر اساس مفروضه‌ی چشم- ذهن[3] که توسط جاست و کارپنتر[4](۱۹۸۰) مطرح شد، انجام می‌پذیرد. بر این اساس، با فرض ارتباط بین حرکات چشم و فرایندهای شناختی، حرکات چشم نشانی از محلی که توجه به آن جلب شده است را فراهم می‌سازد. در طول پردازش اطلاعات مانند خواندن، حرکات چشم و توجه به هم پیوند می‌خورند(راینر[5]، ۱۹۹۸)؛ همچنانکه نتیجه‌ی تحقیقات نیز به رابطه‌ی حرکات چشم و توجه کارآمد صحه می‌گذارد(فابیو و دیگران[6]، ۲۰۱۸؛ محمدحسنی، فابیو، فردانش و حاتمی، ۲۰۱۵)؛ منظور از کارآمدی در مطالعات توجه، بحث یادگیری یا یادآوری مطالب پس از توجه به آن‌ها می‌باشد، زیرا ممکن است شخص به نقطه‌ای خیره شود اما در واقع پردازش ذهنی او بر روی مطلب دیگری باشد که در ذهن مرور می‌شود. با توجه به این امکان، فناوری ردیاب

1. Goswami
2. Makransky, Terkildsen, & Mayer
3. eye-mind
4. Just, & Carpenter
5. Rayner
6. Fabio et al.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

چشم می‌تواند به عنوان ابزاری برای سنجش فرایندها و سازه‌هایی که نقش مهمی در یادگیری ایفا می‌کنند مورد استفاده قرار گیرد.

با وجود کاربست‌ها و پژوهش‌های انجام شده در مطالعات روانشناسی و سایر حوزه‌ها با این ابزار، هنوز موارد استفاده از آن در مطالعات یادگیری و اینکه چگونه رصد حرکات مختلف چشم می‌تواند ما را در مورد فعالیت‌های شناختی در حین یادگیری آگاه سازد، تا ضمن ارائه نظریات تجویزی بر مبنای نظریات توصیفی در روانشناسی، طراحی محیط-های یادگیری بر طبق این داده‌ها صورت پذیرد، جای بحث و بررسی دارد. این مهم نیاز به یک تحلیل نظامند از مطالعات حرکات چشم مربوط به یادگیری را به پیش می‌کشد که به مربیان، معلمان و طراحان آموزشی این امکان را می‌دهد تا درک کنند که چگونه می‌توان از فناوری ردیاب چشمی استفاده کرد. در همین راستا، پژوهش حاضر با بررسی گسترده مطالعات پیشین در حوزه‌های مرتبط از جمله اینکه چگونه مطالعات حرکت چشم در روانشناسی با مطالعات یادگیری در حوزه آموزش ارتباط می‌یابد، سعی دارد تحلیلی از این کاربست‌ها ارائه نماید.

فناوری ردیاب چشم، شامل مجموعه‌ای از منابع نوری مادون قرمز و دوربین‌هایی است که حرکت مردمک چشم یا چشم‌ها را ردیابی می‌کنند(هلمویست[1] و دیگران، ۲۰۱۱). در این فناوری، پروژکتور کوچکی، نور مادون قرمز را به چشم می‌تاباند. دوربین، در بازه‌های زمانی کوتاه از چشم عکس گرفته و با پردازش تصاویر ضبط شده، جزئیاتی از بازتاب نور ارائه می‌دهد. با ثبت این داده‌ها و اعمال الگوریتم‌های ریاضی، نقطه‌ای که بیننده در هر لحظه به آن می‌نگرد محاسبه می‌گردد. در زمان ردیابی، با حرکت چشم، نقطه محاسبه شده در فضا نیز حرکت می‌کند. تا کنون انواع متفاوتی از سیستم‌های ردیابی چشم معرفی شده‌اند از جمله سیستم‌هایی با قاب چانه برای تثبیت سر، سیستم‌های ارائه شده بر روی صفحه مانیتور(رومیزی) و نوع قابل حمل آن که در این نوع می‌توان به عینک ردیاب چشم اشاره کرد. هر یک از این شکل‌ها دارای مزایا و معایب نسبی برای دقت و صحت ثبت مکانی (دقت ردیابی)، سرعت ردیابی، قابلیت حمل و هزینه می‌باشند(فانک و دیگران[2]، ۲۰۱۶).

فناوری ردیاب چشمی، اطلاعاتی در خصوص اینکه فرد برای اولین بار به کجا توجه می‌کند و برای چه مدت زمانی این توجه ادامه دارد، چند بار جابجایی توجه در بین موارد مختلف صورت می‌گیرد و چه مواردی در زمان تغییر توجه

1. Holmqvist
2. Funke et al.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

بهم مرتبط می‌شوند(کاربر با توجه کردن بر روی اِلمان‌های مختلف در صفحه، لینکی بین آن‌ها برقرار می‌کند) (یونا[1]، ۲۰۱۱) و اینکه بیشترین توجه بر روی چه عناصری در صفحه بوده و الگوی بصری توجه چگونه است (محمدحسنی و دیگران، ۲۰۱۵) ارائه می‌دهد.

خیرگی[2] و حرکات سریع چشم[3]، دو سنجه مهم اندازه‌گیری است که در فناوری ردیاب چشمی مورد استفاده قرار می‌گیرد. تثبیت یا خیرگی چشم بر روی یک مورد می‌تواند نشانی از فرایند توجه باشد؛ و حرکات سریع چشم بین دو نقطه‌ی خیرگی، نمایانگر تغییر تمرکز در توجه بصری است(ون مرلن و دیگران[4]، ۲۰۱۶). نسبت زمان صرف شده بر روی هر ناحیه علاقه/ تمرکز[5](AOI)، میانگین طول مدت تثبیت[6]، شمارش تثبیت بر روی هر AOI، میانگین خیرگی بر روی هر AOI نیز طبق مطالعه ژاکوب و کارن(۲۰۰۳) جزو پرکاربردترین واحدهای اندازه‌گیری در مطالعات ردیابی چشم محسوب می‌شوند. به طور کلی سه واحد مقیاس زمانی[7]، مقیاس فضایی[8] و شمارش تعداد[9] را می‌توان در مطالعات مختلف مشاهده کرد.

در جدول شماره ۱ با الهام از پژوهش برنی، درو، ویور و المُر[10](۲۰۱۹) طبقه‌بندی از تعداد پرکاربرد واحدهای اندازه-گیری در مطالعات ردیابی چشم به همراه توصیف آن ذکر شده است:

جدول ۱- طبقه‌بندی از پرکاربرد واحدهای اندازه گیری Eye tracking

توصیف	واحد اندازه گیری	واحد سنجش
تعداد دفعاتی که چشم بر روی محدوده مشخص متمرکز می‌شود.	شمارش فراوانی	Fixation count تعداد تثبت/خیرگی
ثابت شدن چشم بر روی محدوده‌ای که پیش‌تر تثبیت چشمی بر آن انجام گرفته است	شمارش فراوانی	Regressive fixation count نرخ تثبیت/ خیرگی مجدد
مدت زمان تثبیت چشم بر یک محدوده	میلی ثانیه	Fixation duration مدت زمان تثبیت
بزرگی یک ساکاد که متأثر از میزان	درجه	Amplitude دامنه

1. Hyönä
2. eye fixation
3. Saccade
4. van Marlen et al.
5. Area Of Interest (AOI)
6. average fixation duration
7. temporal
8. spatial
9. count
10. Brunyé, Drew, Weaver, Elmore

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

اطلاعاتی است که می‌تواند در محدوده‌ی یک تثبیت پردازش شود		
تعداد پلک زدن‌های شناسایی شده توسط الگوریتم‌های ردیاب چشم	شمارش فراوانی، تعداد/ میلی ثانیه	Blink rate or inter-blink Interval نرخ پلک زدن
حداکثر سرعت حاصل از یک ساکاد که متأثر از برانگیختگی، حجم بار ذهنی و ... است.	درجه/ ثانیه	Saccade peak velocity شتاب

استفاده از فناوری ردیاب چشمی به جهت ارائه داده‌های ارزشمند از فرایند پردازش شناختی در طول فعالیت(هاتاجا و دیگران[1]، ۲۰۱۹) می‌تواند در انجام دقیق مطالعات در حوزه‌های مختلف کمک‌کننده باشد. همچنانکه در مطالعات بیشماری با هدف‌های متفاوتی از تشخیص الگوی بصری، زمان پردازش اطلاعات، نقاط مورد تاکید، و غیره مورد استفاده قرار گرفته است. استفاده از این فناوری در انجام پژوهش‌های مختلف در حیطه‌های متفاوت موضوعی از مطالعات بالینی(احمری، صالحی فردادی، امین یزدی و غنایی(۲۰۱۴)، حوزه زبان(نعمتی، آتش پنجه، ۲۰۱۵) تعامل انسان با رایانه در علم اطلاعات(زاهدی نقابی، فتاحی، صالحی و نوکریزی، ۲۰۱۹)، یادگیری‌های الکترونیکی(محمدحسنی، فردانش و حاتمی، ۲۰۱۶)، مورد توجه پژوهشگران ایرانی نیز بوده است. این در حالیست که در حوزه مطالعات یادگیری، استفاده از این تکنولوژی و اینکه اندازه‌گیری حرکات مختلف چشم، چگونه ما را از فعالیت‌های شناختی آگاه می‌کند، مطالعات اندکی در ایران وجود دارد؛ اما تعداد قابل توجهی پژوهش در خارج از ایران منتشر شده است. خلاء تحقیقاتی موجود در ایران علاوه بر مطالعات در حوزه‌ی یادگیری، ارائه مروری از تحقیقات پیشین در این حوزه نیز می‌باشد که نمونه‌های از این دست در مطالعات خارج از ایران وجود دارد. به طور مثال، گگنفورتنر و همکاران(۲۰۱۱) در فراتحلیی با عنوان "تفاوت‌های خبرگی در درک تجسم‌ها: فراتحلیلی از ردیابی چشم در حوزه‌های حرفه‌ای" ۲۹۶ اندازه اثر را گزارش کردند که در تحقیقات ردیابی چشم در مورد تفاوت خبرگی در درک گزارش شده بود. در این فراتحلیل سه نظریه: "حافظه بلند مدت کاری" آندرس اریکسون و والتر کینچ؛ "نظریهٔ حذف اطلاعات" هایدر و فرنش؛ و "مدل درک تصویر" کندل و همکاران مورد ارزیابی قرار گرفت. داده‌ها از ۸۱۹ فرد خبره، ۱۸۷ فرد با سطح متوسط خبرگی و ۸۹۳ تازه‌کار جمع‌آوری شده بود. در حمایت از نظریه-های ارزیابی شده، افراد خبره وقتی با افراد غیرمتخصص مقایسه می‌شوند، مدت زمان تثبیت کوتاه‌تری دارند، از این زمان، مدت تثبیت بیشتر در مناطق مربوط به وظیفه یا تکلیف و تثبیت کمتر در مناطق غیرمرتبط با وظیفه یا

1. Haataja et al.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

تکلیف است. افراد خبره همچنین به دلیل برتری در پردازش و تخصیص توجه انتخابی، ساکادهای طولانی‌تر و زمان‌های کوتاه‌تری برای تعیین اطلاعات مربوطه صرف می‌کردند. نتایج همچنین نشان داد که حرکات چشم، زمان عکس‌العمل‌ها و دقت عملکرد، تحت تاثیر ویژگی‌های تصویرسازی (پویایی، واقع‌گرای، بُعد، حالت و حاشیه‌نویسی متن)؛ وظیفه (پیچیدگی، زمان انجام آن) و حیطه (ورزش، پزشکی) قرار داشته و تعدیل می‌شوند. این یافته‌ها از نظر دلالت‌های آن‌ها در طراحی محیط‌های یادگیری حائز اهمیت است.

لای و همکاران(۲۰۱۳) در پژوهشی با عنوان مروری بر استفاده از فناوری ردیاب چشمی در مطالعه یادگیری از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲، به تحلیل ۸۱ مطالعه پرداختند. تجزیه و تحلیل محتوا در این پژوهش نشان داد که حرکات چشم و یادگیری تحت هفت مضمون: الگوهای پردازش اطلاعات، اثرات طراحی آموزشی، بررسی مجدد نظریه‌های موجود، تفاوت‌های فردی، اثرات راهبردهای یادگیری، الگوهای تصمیم‌گیری و توسعه مفهومی مورد مطالعه قرار گرفته است. نویسندگان در پایان بیان می‌کنند که فناوری ردیاب چشمی، دریچه‌ی امیدوارکننده‌ای را برای محققان آموزشی فراهم می‌سازد تا نتایج یادگیری را به فرآیندهای شناختی متصل سازند.

در جدیدترین تحقیقات این حوزه که به کاربست داده‌ها در طراحی محیط‌های چندرسانه‌ای گرایش دارد، المداگ و کاگیلتای(۲۰۱۸) مرور نظامندی را در خصوص استفاده از فناوری ردیاب چشمی در مطالعات چندرسانه‌ای انجام داده و به این نتایج رسیدند: ۱) علاقه زیادی به استفاده از فناوری ردیابی چشمی در تحقیقات یادگیری چندرسانه‌ای وجود دارد، (۲) مطالعات، بیشتر بر روی دانشجویان دانشگاه، مواد تجربی و مقیاس زمانی انجام شده است، (۳) اندازه‌گیری حرکت چشم استنتاج‌هایی در مورد فرآیندهای شناختی انتخاب، سازماندهی و تلفیق ارائه می‌دهد، (۴) اصول یادگیری چندرسانه‌ای، محتوای چندرسانه‌ای، تفاوت‌های فردی، فراشناخت و احساسات، عوامل بالقوه‌ای هستند که می‌توانند در اندازه‌گیری حرکت چشم تأثیر بگذارند و (۵) یافته‌ها از ارتباط بین فرآیندهای شناختی استنباط شده توسط اندازه‌گیری ردیابی چشم و عملکرد یادگیری حمایت می‌کند.

ارائه تحلیلی از مطالعات صورت گرفته می‌تواند به این نیاز که کاربرد فناوری مزبور چگونه می‌تواند ما را از عملگرهای شناختی با نمودهای بیرونی مطلع سازد، پاسخ گوید. با این هدف، به منظور معرفی هر چه بیشتر این فناوری در پژوهش‌های یادگیری و به منظور تشریح کاربست‌های آن در حوزه تعلیم و تربیت، پژوهش حاضر به تحلیل ۱۰ سال مطالعات انجام شده با فناوری ردیابی چشمی از سال ۲۰۱۰ - ۲۰۲۰ پرداخته است.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

روش پژوهش

پژوهش حاضر، تحلیلی از نتایج ۱۰ سال مطالعات تجربی انجام شده بین سال‌های ۲۰۱۰ - ۲۰۲۰ می‌باشد. به منظور انجام این پژوهش از روش مرور نظامند استفاده شده است. مرور نظامند با توجه به هدف انجام تحلیل که می‌تواند درک یک موضوع در ابعاد گسترده، توسعه نظریه یا حتی بررسی روند پژوهش‌های انجام شده پیرامون یک موضوع باشد، با روش‌های مختلفی انجام می‌پذیرد که شامل خلاصه‌سازی، تفسیر، ارزشیابی و ترکیب داده‌ها و نتایج است. مهمترین مراحل صورت گرفته در این روش، طرح سوال پژوهش، تدوین راهبرد جستجو، تعیین ملاک‌های ورود و خروج، انتخاب پژوهش‌ها، بررسی اولیه و استخراج داده‌ها، بررسی دقیق پژوهش‌ها بعد از اعمال ملاک‌های ورود و خروج(براساس سیاهه‌های ارزیابی کیفیت[1])، تحلیل و تفسیر داده‌ها و در نهایت گزارش و انتشار داده‌ها است(پتیکرو و روبرتس[2]، ۲۰۰۸).

در پژوهش حاضر به منظور انتخاب تحقیقات، پایگاه‌های داده ERIC، SCOPUS ، ELSIVIER، SAGE بررسی شد. کلیدواژه‌های مورد استفاده برای انجام بررسی شامل: Eye movement، Eye tracker، با ترکیب واژه‌های Learning، Education، Multimedia Learning، بوده است. جستجوی دستی در Google Scholar و Research gate به سبب پیشنهاد تحقیقاتی هم راستا با هدف تحقیق حاضر در پایان انجام شد. راهبرد جستجو اینگونه بود که در مرحله اول با ترکیب واژه‌های ذکر شده مقالات جمع‌آوری شد. سپس عناوین مقالات بررسی شد تا پژوهش‌های تکراری و نامرتبط حذف گردد. ملاک‌های ورود شامل ۱) پژوهش تجربی باشد(شواهد تجربی ارائه کند) و ۲) در مجلات معتبر به چاپ رسیده باشد؛ و ملاک‌های خروج شامل این موارد بود: ۱) تحقیقاتی که بر روی انسان انجام نشده باشد، ۲) در حوزه‌هایی به غیر از یادگیری باشد، ۳) مروری باشد. بعد از حذف مقالات نامرتبط تعداد ۲۴ مقاله مورد تحلیل قرار گرفت که نتایج کلی این بررسی در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

یافته‌ها

جدول شماره ۲، نمایی کلی از داده‌های پژوهش را نمایش می‌دهد. طبق داده‌های این جدول، بیشترین پژوهش‌ها توسط افرادی از حوزه روانشناسی(۸ پژوهش) با کمک افرادی از علوم کامپیوتر و مرکز مطالعات مغز و پس از آن

۱. به عنوان نمونه رجوع شود به http://www.consort-statement.org/

2. Petticrew & Roberts

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

تعلیم و تربیت و علوم یادگیری (۶ پژوهش) انجام شده است. بیشتر این پژوهش ها در دو مجله Computers in Human Behavior و Learning and Instruction به چاپ رسیده است.

مطالعات انجام شده نشان می‌دهد، بیشتر زمینه‌های مورد بررسی، رصد فرایندهای شناختی در حین خواندن(۶ پژوهش) و بررسی اصل‌های چندرسانه‌ای بوده است(۶ پژوهش) و این انتخاب طی سال‌های مختلف تقریبا یکسان است(جدول شماره۳). تثبیت و مدت زمان خیرگی، از جمله مقیاس‌های اندازه‌گیری ردیاب چشم بوده که در اکثر مطالعات یادگیری مورد استفاده قرار گرفته است. بیشترین پژوهش‌ها بر روی دانش‌آموزان دبیرستان و دانشجویان انجام شده است که به دلیل مشخص نبودن پایه و دوره تحصیلی در مطالعات بررسی شده تنها به ذکر این یافته بسنده می‌شود. از بیست و چهار پژوهش بررسی شده، تعداد ۲۱ پژوهش با روش آزمایشی و سه پژوهش دیگر با روش ترکیبی انجام شده است. لازم به ذکر است، ارائه شواهد تجربی یکی از متغیرهای ورود مطالعات برای بررسی بوده است. بیشتر پژوهش‌ها (۱۱پژوهش)، از دو گروه برای انجام پژوهش استفاده کرده‌اند و مداخله بر روی گروه آزمایش در مقایسه با گروه گواه انجام شده است. پس از آن پژوهش‌هایی با سه و چهار گروه قرار دارد. تعداد شرکت-کنندگان در پژوهش‌ها از ۶ نفر تا ۱۵۲ نفر متغیر است. این در حالیست که برخی از مطالعات بررسی شده، دارای دو طرح آزمایشی با تعداد قابل ملاحظه‌ای آزمودنی هستند(اسمیت و دیگران، ۲۰۱۰؛ ون مرلین و دیگران، ۲۰۱۶) که این مطلب به اعتبار پژوهش‌ها اشاره دارد.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

نویسندگان(سال)	محل انتشار	اطلاعات نمونه	روش پژوهش	موضوع پژوهش	مقایس اندازه گیری ردیاب چشم	دلالت‌ها برای مطالعات یادگیری	رشته تحصیلی نویسندگان/ یا محل انجام پژوهش
Liao, Cgang, Huang, Sung (2020)	Computer & Education	۶۱ کودک ۴ تا ۵ سال مهدکودک- ۳ گروه	آزمایشی	روش طراحی کتاب الکترونیکی برای افزایش توجه در حین خواندن	-Time to first fixation -Ratio of total fixation duration	بررسی توجه بصری در زمان خواندن- نتایج نشان داد که در زمان یکسانی اندازه متن و تصویر کودکان زمان بیشتری را صرف توجه به متن می‌کنند، طرح برجسته کردن حروف، توجه کودکان را بیشتر جلب می‌کند.	روانشناسی تربیتی، کامپیوتر ، مرکز زبان و تکنولوژی
Sharma, Giannakos, Dillenbourg (2020)	Smart Learning Environments	۴۰ دانشجو	آزمایشی	استفاده از ردیاب چشمی و هوش مصنوعی برای افزایش انگیزش و یادگیری در موک	The gaze data - AOI	ایجاد پروفایل‌های دانشجویی بر اساس عملکرد و استراتژی یادگیری آن‌ها با استفاده از متغیرهای مبتنی حرکات چشم- پیش‌بینی عملکرد دانشجویان از روی رفتار آن‌ها	علوم کامپیوتر
Chih-Yuan Sun, Yi-Chuan Hsu (2019)	Computers in Human Behavior	۷۷ دانش آموز دبیرستان- چهار گروه	آزمایشی	بررسی میزان سختی مطلب یادگیری برای سکوسازی در رسیدن به خودکارآمدی در درس زبان برنامه نویسی C	AOI	استفاده از نقاط دیده شده برای تشخص اطلاعاتی که پردازش می‌شوند و ترکیب آن با بازخورد برای ایجاد سکوسازی مبتنی بر ردیاب چشم. نتایج این پژوهش نشان داد که خودکارآمدی افرادی که سکوسازی به همراه ردیابی چشم را دریافت کرده بودند بالاتر از سایر گروه‌ها بود.	تعلیم و تربیت
Makransky, Terkildsen, Mayer (2019)	Learning and Instruction	۷۸ دانشجو - دو گروه	آزمایشی	بررسی اثر اندازه گیری عینی و ذهنی فرایندهای شناختی در حین یادگیری چندرسانه ای بررسی اصل مجاورت در	Gaze-location - fixations	استفاده از ترکیب eye tracker و EEG به عنوان ابزار اندازه گیری عینی(اندازه گیری بار شناختی) در حین یادگیری از طریق چندرسانه ای ها – اندازه گیری مکان خیرگی و مدت زمان تثبیت چشم بر روی متن و تصویر در زمان رعایت یا عدم رعایت اصل مجاورت.	روانشناسی، علوم مغز و روانشناختی

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

Haataja, et al. (2019)	Teaching and Teacher Education	۱ معلم مرد با سه سال سابقه تدریس ۱۹ دانش آموز دبیرستانی	ترکیبی – نمونه موردی	بررسی توجه بصری معلمان در زمان تکیه گاه سازی در حین حل مساله ریاضی	The gaze data	ترکیب اطلاعات بدست آمده از تحلیل حرکات چشم به منظور سه سویه سازی داده ها در روش ترکیبی، سطح جدیدی از اعتبار را برای کاربست اصول پداگوژیک معلمان در موقعیت های اصیل فراهم می سازد. نتایج این پژوهش نشان داد که مقاصد تکیه گاه سازی معلم بر مقاصد خیرگی مردمک چشم تاثیر دارد. و این ردیابی بینش تازه ای را برای پردازش موقعیتی تعاملات معلم- دانش آموز فراهم می سازد.	علوم یادگیری
Stark, Brünken, Park (2018)	Computer & Education	۵۱ دانشجو- سه گروه	روش ترکیبی	طراحی عاطفی متن در چندرسانه ای برای درس زیست شناسی	Fixation Duration on textual and pictorial AOIs	بررسی گذار بین اطلاعات متنی و تصویری - نتایج نشان داد سه گروه تفاوت معناداری را به جهت تفاوت در متن(احساسات منفی، مثبت و خنثی) نشان دادند.	تعلیم و تربیت
Ponce, Mayer, Loyola, López, Méndez (2018)	Computer & Education	۱۵۲ دانش آموز پایه ششم – ۶ گروه	آزمایشی	راهبردهای یادگیری برای خواندن	Integrative saccades Fixation duration	اندازه گیری فرایندهای شناختی در حین خواندن متن . نتایج نشان داد استفاده از ترکیب راهبردهای یادگیری حرکات چشم بین دو پاراگراف را افزایش می‌دهد که این نشان دهنده پردازش بهتر است.	مدیریت، روانشناسی و علوم مغز ، آزمایشگاه تکنولوژی های تعاملی
Molina, Navarro, Ortega, Lacruz (2018)	Computer Standards & Interfaces	۸۹ دانش آموز ابتدایی سن ۷ و ۱۱ ساله - چهار گروه آزمایش	آزمایشی	بررسی اثر استفاده از محتواهای تصویری و کلامی در آموزش های چندرسانه ای	Fixations Before (FB), Time to First Fixation (TFF) and Percentage fixated on AOI	استفاده از سیستم ردیاب چشم برای بررسی نقاطی که در چندرسانه ای مورد توجه بوده است(جستجوی بصری)- استفاده از سیستم ردیاب چشم به عنوان ابزار ارزشیابی – نتایج این پژوهش به اصل های چندرسانه ای؛ مجاورت مکانی را تایید می کند. همچنین نتایج نشان داد که بررسی متن از متغیر سن تاثیر می پذیرد	تکنولوژی و سیستم های اطلاعاتی، پداگوژی
Strobel, Lindner, Saß& Köller (2018)	Learning and Instruction	۶۰ دانشجو - دو گروه	آزمایشی	بررسی اثر موارد نامرتبط با محتوا بر خواندن	Areas of Interest- Total Fixation Time	بررسی میزان زمان پردازش اطلاعات از روی داده های حاصل از ردیابی حرکات چشم- نتایج نشان داد که موارد نامرتبط با محتوا سبب افزایش زمان پردازش، میزان خطا و بار شناختی می شود.	-

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

Ko_c-Januchta, offler, Thoma, Prechtl (2017)	Computers in Human Behavior	۳۲ دانشجو- دو گروه با دو سبک یادگیری، تفاوت های فردی متفاوت	آزمایشی	بررسی تفاوت خیرگی به متن و تصویر در یادگیرندگان با دو سبک متفاوت دیداری و شنیداری	Fixations And saccades that hit the AOI	بررسی نقاط بیشتر دیده شده از متن و تصویر در دو گروه با سبک های یادگیری متفاوت- بررسی تغییر توجه از متن به تصویر در دو گروه با استفاده از ردیابی حرکات چشم- نتایج این پژوهش نشان داد که دیداری ها تمرکز بیشتری بر روی تصویر دارند. تغییر توجه از متن به تصویر در دو گروه معنادار نیست، دیداری ها در آزمون یادگیری عملکرد بهتری را نشان دادند.	انستیتیو آزموش علوم و ریاضی، بیو شیمی و زیست شناسی، علوم یادگیری و روانشناسی آموزشی
Lindner, Eitel, Strobel, Koller (2017)	Learning and Instruction	۶۲ دانش آموز پایه پنجم و ششم- دو گروه	آزمایشی	بررسی تاثیر اصل چندرسانه ای در یادگیری های چندرسانه ای	A fixation (lasted for at least 80 ms in a position)	بررسی مدت زمان توجه به متن و تصویر - نتایج نشان داد افراد زمان کمتری را برای نگاه کردن به تصویر در مقایسه با متن صرف می کنند. همچنین در زمان وجود تصویر میزان توجه به گزینه های نادرست در متن سوال کمتر شده و در کل نتایج یادگیری بهتری نیز گزارش شده است.این پژوهش به عنوان نتیجه کلی بیان میکند که تصاویر به عنوان پشتیبان از عملکرد یادگیرنده در زمان آزمون عمل می کنند.	آموزش علوم و ریاضی
van Marlen et al. (2016)	Computers in Human Behavior	آزمایش یک: ۷۲ آزمایش دو: ۶۸ دانش آموز	"	بررسی اثر مدلسازی حرکات چشم در زمان حل مسایل جبری	Fixation, gaze duration	نتایج نشان داد تفاوتی بین گروه آزمایش و کنترل وجود ندارد تنها در سرعت حل مسایل تفاوت معنادار است.	علوم اجتماعی، علوم پداگوژی و آموزشی- مرکز مطالعات یادگیری، تدریس و فناوری
Mason, Pluchino & Tornatora (2015)	Contemporary Educational Psychology	۴۲ دانش آموز پایه هفتم- دو گروه	"	بررسی اثر مدلسازی حرکات چشم در زمان خواند متن های مصور	Fixation, gaze duration	نتایج نشان داد گروه آزمایش که از مدلسازی حرکات چشم استفاده می کردند پردازش یکپارچه تری را انجام دادند، و در ازمون یاداوری بهتر عمل کردند. نتایج همچنین موید رابطه ی بین مدت زمان پردازش و عملکرد قوی در ازمون انتقال است.	
Jamet (2014)	Computers in Human Behavior	۳۲ دانش آموخته کارشناسی	آزمایشی	بررسی اثر نشانگرها دیداری در هدایت توجه	AOI Total fixation time	بررسی نقاط بیشتر دیده شده- نتایج این تحقیق نشان داد که نشانگرهای دیداری می تواند سبب هدایت توجه به نقاط مهم و در نتیجه یادگیری عمیق تر گردد.	-

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

Molina, Redondo, Lacave & Ortega (2014)	Computers in Human Behavior	۲۰ دانشجو، ۵ عضو هیات علمی و ۱ متخصص	آزمایشی	بررسی دستگاه های مختلف(کامپیوتر، موبایل و iPad) برای دسترسی مطالب در هنگام خواندن	AOI	بررسی نقاطی که دیده شده و تعیین الگوی بصری - نتایج نشان داد که دستگاه هایی با محدودیت های تصویر سازی (مانند تلفن های همراه) برای دسترسی و تجسم مطالب یادگیری مناسب نیست و سبب تحمیل بار شناختی می شود.	تکنولوژی و سیستم های اطلاعاتی
Chang, Choi (2014)	Neurobiology of Learning and Memory	۵۶ دانشجوی کارشناسی ارشد- سه گروه	آزمایشی	بررسی اثر توضیحات فریبنده در چندرسانه ای ها بر یادگیری (خواندن)	Gaze duration	بررسی توزیع زمانی و مکانی توجه بوسیله ی حرکات چشم – نتایج نشان داد توضیحات فریبنده سبب عملکرد ضعیف در یادگیری و یادآوری می‌شود.	پزشکی
Yeh, Tsai, Hsu, Lin (2014)	Thinking Skills and Creativity	۱۴ نفر از فازغ التحصیلان دانشگاه – دو گروه	آزمایشی	بررسی تاثیر ظرفیت حافظه بر حل مساله در موقعیت های بازنمایی تصویری چندگانه	Fixation, gaze duration, saccades	تثبیت، مدت زمان خیرگی و حرکات چشم می تواند در فهم فرایندهای شناختی کمک کننده باشد- نتایج این پژوهش ضمن تاکید بر استفاده از حرکات چشم به عنوان بازتابی از فرایندهای شناختی، نشان می دهد که فرایند حل مساله از حافظه کاری و توجه تاثیر می پذیرد.	مرکز تربیت معلم، مرکز مغز و یادگیری، روانشناسی، علوم مهندسی
Dogusoy-Taylan, Cagiltay (2014)	Computers in Human Behavior	۲۹ دانشجو معلم و ۹ متخصص موضوع	"	بررسی فرایندهای شناختی در بین متخصصان و افراد مبتدی	fixation count, fixation and visit duration for specific actions	رصد فعالیت های چشم به منظور بازنمایی فرایندهای ذهنی- نتایج نشان داد که افراد مبتدی و خبره ضمن استفاده از راهبردهای متفاوت از الگوهای متفاوتی در هنگام رسم نقشه مفهومی استفاده می کنند.	علوم کامپیوتر و تکنولوژی آموزشی
Box (2013)	Language Testing	۳۸ دانش اموز-	"	بررسی فرایندهای شناختی افراد در حین انجام آزمون های استاندارد زبان انگلیسی	Eye fixations Saccade size	نتایج نشان داد افراد موفق و ناموفق به صورت متفاوت بر روی موارد خاصی از متن و سوال تمرکز می کنند.	-
Tsai et al. (2012)	Computer & Education	۶ دانش آموز	"	راهبردهای حل مساله	Fixation duration, average fixation duration, scanpath	استفاده از فناوری ردیاب چشم برای بررسی فرایندهای شناختی در حین حل مساله- نتایج نشان داد افرادی که در حل مساله موفق عمل می کنند بیشتر بر روی موارد مربوط تمرکز می کنند.	-
Kuperman, Van Dyke (2011)	Journal of Memory and Language,	۷۱ نفر	"	پیش بینی الگوی بصری	Fixation Time	استفاده از حرکات چشم به منظور تحلیل فرایند خواندن	-

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

Schmidt-Weigand, Kohnert & Glowalla (2010).	Learning and Instruction	آزمایش یک: ۹۰ آزمایش دو: ۳۱ دانش آموز	آزمایشی	بررسی توجه بصری در یادگیری های چندرسانه ای	Total fixation duration, number of fixations, total reading time	استفاده از حرکات چشم راهی را برای بررسی تقسیم توجه افراد بر روی متن و تصویر - نتایج نشان داد در زمان ارائه توضیحات کلامی به همراه تصویر به جای ارائه متن، افراد زمان بیشتری به متن و تصویر توجه دارند.	
Roderer & Roebers (2010)	Metacognition and Learning	۷۴ دانش آموز ۶ و ۹ ساله	"	بررسی تأثیر فرآیندهای بازیابی اطلاعات از حافظه در نظارت بر داوری در یادگیری کلمات ژاپنی	Fixation duration, gaze, gaze paths	اطلاعات ردیاب چشم ، پیشرفت مهارت های نظارت در حین تصمیم گیری را در بین گروه بزرگتر نسبت به خردسال ترها تایید کرد	روانشناسی
de Koning, Tabbers, Rikers& Pass (2010)	Learning and Instruction	-	"	بررسی چگونگی تخصیص منابع توجه بصری در زمان یادگیری از طریق انیمیشن های پیچیده	Fixation, ،Total gaze duration	بررسی حرکات چشم به منظور اندازه گیری فرایندهای شناختی- نتایج نشان داد نشانگرها (مانند برجسته سازی متن)ضمن اختصاص زمان توجه، تاثیری بر جستجوی بصری و بار شناختی ندارد.	روانشناسی، تعلیم و تربیت و مطالعات کودکی، رواشناسی تربیتی

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

جدول ۳- نتیجه تحقیقات براساس متغیرهای مورد بررسی

متغیر	تعداد
خواندن	۶
رصد فعالیت‌های شناختی	۳
رصد توجه بصری	۴
تاثیر اصول چندرسانه‌ای	۶
مدلسازی حل مساله	۴
بررسی سختی مطلب به‌منظور سکوسازی	۱
کل	۲۴

با بررسی مطالعات از نقطه نظر موضوعی و مقیاس اندازه‌گیری به کار گرفته شده به این نتیجه می‌رسیم که بیشتر مطالعات در ابتدای روند بررسی، بر روی مهارت‌هایی مانند خواندن و رصد نقطه‌ی خیرگی بوده است. این در حالیست که مطالعات کنونی به کاربست این فناوری برای طراحی محیط‌های یادگیری و حتی الگوسازی فرایندهای ذهنی افراد خبره در حین حل مسله و به کارگیری داده‌کاوی اطلاعات چشمی برای شخصی‌سازی پروفایل یادگیرندگان در دوره‌های موک[1] نظر دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی کاربست‌های فناوری ردیاب چشمی برای مطالعات یادگیری انجام شده است. ضرورت انجام چنین مطالعه‌ای بدان سبب است که با وجود شناخته شده بودن این فناوری برای افراد در حوزه پزشکی، بازاریابی و روانشناسی، وجود تعداد انگشت‌شماری از مطالعات در حوزه‌ی یادگیری نشان از نوپا بودن کاربست این فناوری در حوزه یادگیری در ایران دارد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از فناوری ردیاب چشمی می‌تواند افق‌های جدیدی را برای پژوهش‌ها در حوزه‌ی یادگیری به همراه داشته باشد. بحث در خصوص یافته‌های پژوهش را ذیل زمینه‌های کاربست این فناوری، دلالت‌هایی برای یادگیری و طراحی آموزشی محیط ارائه خواهیم کرد.

کدام زمینه‌ها امکان بررسی با فناوری ردیاب چشم را دارند؟

1. MOOC (Massive Open Online Course)

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

تحلیل نتایج نشان داد که رصد پردازش‌های شناختی در حین خواندن، چندرسانه‌ای‌ها و بحث تقسیم توجه بین متن و تصویر، بیشترین مطالعات را به خود اختصاص داده است؛ و در کل بحث پردازش‌های شناختی در زمان انجام تکالیف مختلف، حوزه مورد توجه پژوهشگران در مطالعات بررسی حرکات چشم و یادگیری بوده است. استفاده از این فناوری می‌تواند دستورالعمل‌های روشنی برای یادگیری و طراحی آموزشی مخصوصا در محیط‌های یادگیری الکترونیکی در اختیار طراحان قرار دهد(ایچاس، ۲۰۰۸) و جنبه‌هایی را آشکار سازد که از چشم و توجه طراحان و آموزش‌یاران دور مانده است. امروزه ما در مطالعات یادگیری و بحث واکاوی یادگیری با مفهومی با نام تحلیل چندوجهی یا چندحالته[1] روبرو هستیم که بحث جمع‌آوری و تحلیل داده‌های کسب شده از روش‌ها، ابزارها و منابع مختلف نگاهی ویژه دارد و تقریبا در بیشتر پژوهش‌ها در کنار جمع‌آوری اطلاعات از کانال‌های مختلف، داده‌های عینی آن از طریق فناوری مانند ردیاب چشمی، پردازش تصویر و کینکت[2] جمع‌آوری می‌گردد.

بررسی حرکات چشم به منظور اندازه‌گیری فرایندهای شناختی، می‌تواند امکان داشتن اطلاعات گسترده‌ای را در موضوعات مختلف فراهم سازد. در مطالعه حاضر، تعداد پژوهش‌هایی که بر روی چندرسانه‌ای‌ها کار کرده‌اند، تعداد قابل ملاحظه‌ای است(تعداد ۸ پژوهش)؛ بررسی اصل چندرسانه‌ای، مجاورت و چندحسی از جمله موضوعات مورد توجه در این مطالعات بوده است. به دلیل علاقه‌ی پژوهشگران برای رصد کردن حرکات چشم در مطالعات چندرسانه‌ای‌های آموزشی در زمان تلفیق متن و تصویر(تابرس، پاس، لنکفورد، مارتنز و ون مرینبور،[3] ۲۰۰۸) مطالعاتی در این حیطه شکل گرفته که در تازه ترین آن‌ها از سیستم‌های ردیاب چشم برای پاسخ به محدودیت پیش رو سنجش‌های مبتنی بر خود ارزیابی در کاوش فعالیت‌های ذهنی از جمله بار شناختی در یادگیری‌های چندرسانه ای(المداگ و کاگیلتای، ۲۰۱۸) و توصیف دقیق راهبردهای پردازش(ریچاردسون[4]، ۲۰۱۳؛ کاتریس[5] و دیگران، ۲۰۱۶) استفاده شده است. برای درج صحیح اصول یادگیری چندرسانه‌ای بر اساس محتوای چندرسانه‌ای، تفاوت‌های فردی، فراشناخت و احساسات می‌توان از داده‌های حاصل از ردیاب چشمی استفاده کرد.

1. Multimodal Learning Analytics
2. Kinect
3. Tabbers, Paas, Lankford, Martens,Van Merriënboer
4. Richardson
5. Catrysse et al.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

استفاده از حرکات چشم می‌تواند راهی را برای بررسی تقسیم توجه افراد بر روی متن و تصویر(به‌عنوان نمونه استارک، برونکن و پارک[1]، ۲۰۱۸) بررسی الگوی بصری توجه در افراد موفق در حین آزمون‌های استاندارد(باکس[2]، ۲۰۱۳) و همچنین افراد خبره و مبتدی(داگسوی- تیلان و کاگیلتای، ۲۰۱۴)، و بررسی فرایندهای شناختی در حین حل مساله(تسای و دیگران[3]، ۲۰۱۲؛ یه و تسای[4]، ۲۰۱۴) باشد. به طور کلی می‌توان گفت هر زمان نیاز به اطلاعاتی داریم که بیانگر پردازش‌های شناختی انسان در حین فعالیت مختلف باشد، رصد حرکات چشم به همراه سایر داده-هایی که به عنوان ابزارهای عینی اندازه گیری اطلاق می‌شوند، می‌تواند راهگشای پژوهش‌های ما باشند.

استفاده از حرکات چشم دلالت‌هایی را نیز برای خواندن متن به‌همراه دارد زیرا مدت زمان تثبیت و جهت حرکات چشم از میزان سختی کلمات و جملات تاثیر می‌پذیرد. حرکات رفت و برگشتی چشم برای بررسی مجدد کلمات یا طول مدت تثبیت در زمان سختی متن افزایش می‌یابد(راینر، چنس، اسلاتری و آشبای[5]، ۲۰۰۶). با توجه به یافته-های حاصل از تحلیل پژوهش‌ها، نمایش و مدلسازی حرکات چشم افراد خبره می‌تواند در خواندن متن تاثرگذار باشد(ماسون، پلاچینو و تورناتورا[6]، ۲۰۱۵)؛ که این مطلب می‌تواند در طراحی محیط‌هایی هوشمند یا شخصی‌سازی شده بر اساس اطلاعات دریافتی از کاربر مورد استفاده قرار گیرد. همانطور که تحلیل گگنفورتنر و همکاران(۲۰۱۱) نشان داد نظریه‌های پردازش اطلاعات در تبیین تفاوت افراد خبره و مبتدی در مواجهه با اطلاعات مرتبط و نامرتبط نیز که با فناروی ردیاب چشمی بدست آمده‌اند، حمایت شده و این نکته موید آن است که می‌توان از طریق تلفیق دلالت‌ها در بخش فهم تفاوت‌های فردی و سازکار یادگیری به دلالت‌هایی برای طراحی محیط‌های یادگیری اثربخش رسید.

یافته‌های حاصل از بررسی مطالعات انجام شده می‌تواند از منظر طراحی محیط‌های یادگیری ارزشمند باشد در همین راستا روند پژوهش‌ها حاکی از علاقه‌ی طراحان به استفاده از داده‌های حاصل از ردیابی چشم برای طراحی محیط‌های چندرسانه‌ای است(المداگ و کاگیلتای، ۲۰۱۸).

1. Stark, Brünken, Park
2. Box
3. Tsai et al.
4. Yeh,, Tsai
5. Rayner, Chace, Slattery& Ashby
6. Mason, Pluchino, Tornatora

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

در مطالعه لیائو، کگنگ، هوآنگ و سانگ[1](۲۰۲۰) نشان داده شد که در یکسانی اندازه متن و تصویر، کودکان زمان بیشتری را صرف توجه به متن می‌کنند که این مهم در طراحی رابط-کاربری و چیدمان محیط یادگیری می‌تواند کمک‌کننده باشد. البته بحث چیدمان و تاثیر بر یادگیری از عنصر فضا و ابعاد صفحه نمایش هم تاثیر می‌پذیرد، همچنانکه شواهد تجربی ارائه شده توسط مولینا و همکاران(۲۰۱۴) با استفاده از داده‌های رصد شده با ردیاب چشمی نشان می‌دهد که استفاده از دستگاه‌هایی با محدودیت‌هایی در تصویرسازی و تجسم (مانند تلفن‌های همراه) به دلیل تحمیل بار شناختی اضافی، برای دسترسی و تصویرسازی مواد یادگیری مناسب نیست.

از جمله دلالت‌های دیگر نتایج حاصل برای طراحی محیط‌های یادگیری این است که، رصد نقاط دیده شده برای تشخص اطلاعاتی که پردازش می‌شوند(برای نمونه: مطالعه‌ی چی یان سان و یی چان سو، ۲۰۱۹؛ استارک و دیگران، ۲۰۱۸)، مکان‌هایی که بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرند و استخراج الگوهای بصری از نقاط مزبور، می‌تواند با هدف طراحی محیط و برجسته‌سازی نقاط مهم محتوایی از نظر چیدمان محیط حائز اهمیت باشد.

نکته جالب دیگر الگوسازی فرایندهای توجه و پردازش شناختی در افراد خبره و مبتدی است(دگسای- تایلن و کاگیلتی، ۲۰۱۴). در همین راستا نوبیچ، اَلسون و رانی[2](۲۰۰۱) به این نکته دست یافتند، افردای که قادر به حل موفقت‌آمیز مسایل هستند، تمایل دارند که توجه‌شان را به اطلاعات مرتبط که برای حل‌مسئله مورد نیاز است صرف کنند. در حقیقت افراد خبره الگوی بصری متفاوتی را در زمان توجه به قسمت‌های متن، متن و سوال و توجه به موارد مرتبط در حین حل‌مسئله نشان می‌دهند که این می‌تواند از نقطه نظر تکیه‌گاه‌سازی فعالیت‌های مهم یادگیری با اهمیت جلوه کند.

در آخر اینکه با توجه به پشتیبانی تصاویر از عملکرد یادگیرنده در زمان آزمون(لیندنر، ایتل، استروبل و کُلر[3]، ۲۰۱۷) که حاصل تحلیل حرکات چشمی است و همچنین ترکیب اطلاعات بدست آمده از تحلیل حرکات چشم به منظور سه سویه سازی داده‌ها در روش ترکیبی، که سطح جدیدی از اعتبار را برای کاربست اصول پداگوژیک معلمان در موقعیت‌های اصیل(هاتاجا و دیگران، ۲۰۱۹) فراهم می‌سازد؛ همگی مبین این نکته هستند که علاوه بر بحث نمایش و ارائه محتوا، تحلیل حرکات چشم می‌تواند در طراحی آزمون و حتی تامین اعتبار روش پژوهش مورد استفاده قرار

1. Liao, Cgang, Huang, Sung
2. Knoblich, Ohlsson, & Raney
3. Lindner, Eitel, Strobel, Koller

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

گیرد. در همین راستا تین و دیگران[1](۲۰۱۴) با یک مرور نظامند به بررسی استفاده از فناوری ردیاب چشم به منظور سنجش و کارآموزی پرداخت. ۲۴ مطالعه را بررسی کرد، ۱۶ مطالعه برای سنجش و ۸ مطالعه در خصوص کاراموزی، نتیجه این مطالعه نشان داد ابزار ردیابی چشم یک ابزار سنجش عینی به همراه قابلیت های کاربردی در کاروزی ارائه می‌کند که به بهبود عملکرد منجر می‌شود.

با تحلیل روند پژوهش‌ها، در انتها می‌توان نتیجه گرفت که با حرکت از مطالعات حوزه خواندن و چندرسانه‌ای‌ها، تحلیل حرکات چشمی، خط پژوهشی خوبی برای طراحی محیط‌های یادگیری و بالاخص بحث هوشمندسازی محیط و ارائه پشتیبانی‌های به هنگام در زمان یادگیری‌های الکترونیکی تدوین خواهد نمود. همچنین تحقیقات آینده می-تواند با تحلیل مهان داده‌های حاصل از سیستم ردیاب چشمی به تعیین همبستگی آن‌ها با عملکردهای یادگیری بپردازد. در همین راستا استفاده از این فناوری به عنوان یکی از ابزارهای کارآمد در بحث جمع‌آوری داده‌ها به منظور واکاوی یادگیری پیشنهاد می‌گردد. همچنانکه در مطالعات جدید در حوزه موک‌ها به سبب خلق داده‌های بسیار در حین یادگیری، وجود این فناوری توانسته است در جهت رفع مشکلات انگیزشی و نرخ خروج از دوره با ارائه محیطی شخصی‌سازی شده کمک کننده باشد.

منابع

Ahmari, M., Salehi Fardardi, J., Amin Yazdi, S.A., Ghanaie, A. (2014). Comparison of Biased Attention to Emotional Face Effects in Social Anxiety Patients and Healthy Non-Anxious Group with Eye Tracking Technology. *Journal of Mental Health Principles*, 16 (1): 22-33. [Persian].

Alemdag, E., Cagiltay. K. (2018). A systematic review of eye tracking research on multimedia learning. *Computer and Education*, 125: 413-428.

Asgharpour, M., Tehrani-Doost, M., Ahmadi, M., Moshki, H. Visual Attention to Emotional Face in Schizophrenia: An Eye Tracking Study. *Iran Journal of Psychiatry* 2015; 10(1): 13–18.

Box, S. (2013).The cognitive processing of candidates during reading tests Evidence from eye-tracking. *Language Testing*, 30(4): 441–465.

Brunyé, T.T., Drew, T., Weaver, D.L., Elmore, J.G. (2019). A review of eye tracking for understanding and improving diagnostic interpretation. *Cognitive Research: Principles and Implication*, 4(7): 1-16.

Catrysse, L., Gijbels, D., Donche, V., de Maeyer, Sven, van den Bossche, Piet, Gommers, L. (2016). Mapping processing strategies in learning from expository text: an exploratory eye tracking study followed by a cued recall. *Frontline Learning Research*, 4(1): 1-16. https://doi.org/10.14786/flr.v4i1.192.

۱. Tien et al.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

Chang, Y., Choi, S. (2014). Effects of seductive details evidenced by gaze duration. *Neurobiology of Learning and Memory*, 109: 131–138.

De Koning, B., Tabbers,B., Rikers R. M. J. P. & Pass, F. (2010). Attention guidance in learning from a complex animation: Seeing is understanding? *Learning and Instruction*, 20(2): 111-122.

Dogusoy-Taylan,B., Cagiltay, K. (2014).Cognitive analysis of experts' and novices' concept mapping processes: An eye tracking study. *Computers in Human Behavior*, 36: 82-93.

Eachus, P. (2008). The Use of Eye Tracking Technology in the Evaluation of eLearning: A feasibility study. Conference paper, 239-247.

Fabio RA, Caprı` T, Mohammadhasani N, et al. (2018). Frequency bands in seeing and remembering: comparing ADHD and typically developing children. Neuropsychological Trends. 24: 97–116.

Funke, G., Greenlee, E., Carter, M., Dukes, A., Brown, R., & Menke, L. (2016). Which eye tracker is right for your research? Performance evaluation of several cost variant eye trackers. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, 1239–1243. https://doi.org/10.1177/1541931213601289.

Gegenfurtner, A., Lehtinen, E., & Säljö, R. (2011). Expertise Differences in the Comprehension of Visualizations: a Meta-Analysis of Eye-Tracking Research in Professional Domains, *Educational Psychology Review*, 23: 523–552.

Goswami, U. (2008). *Cognitive development – The Learning Brain*. NY: Psychology Press.

Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review*, 87: 329–355.

Haataja, E., Moreno-Esteva,E. G., Salonen, V., Laine, A., Toivanen, M., Hannula, M.S. (2019). Teacher's visual attention when scaffolding collaborative mathematical problem solving. *Teaching and Teacher Education*, 86: 1-13.

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.

Hyönä,J. (2010). The use of eye movements in the study of multimedia learning *Learning and Instruction*, 20 (2): 172-176. doi: /10.1016/j.learninstruc.2009.02.01.

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.

Jamet, E. (2014). An eye-tracking study of cueing effects in multimedia learning. *Computers in Human Behavior*, 32, 47–53.

Ko_c-Januchta, M., offler, T., Thoma,G., Prechtl, H., Leutner , D. (2017). Visualizers versus verbalizers: Effects of cognitive style on learning with texts and pictures: An eye-tracking study. *Computers in Human* Behavior, 68: 170-179.

Knoblich, G., Ohlsson, S., & Raney, G. E. (2001). An eye movement study of insight problem solving. *Memory & Cognition*. 29(7):1000–1009.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

Lay, M-L., Tsai, M-J., Yang, F-Y., Hsu, C-H., Liu, T-CH., Lee, S., et al. (2013). A review of using eye-tracking technology in exploring learning from 2000 to 2012, Educational Research Review, 10, 90–115.

Lindner, A. L., Eitel, A. Strobel, B., Koller, o. (2017). Identifying processes underlying the multimedia effect in testing: An eye-movement analysis. *Learning and Instruction*, 47, 91-102.

Makransky, G., Terkildsen, G. T.,Mayer, R.E. (2019). Role of subjective and objective measures of cognitive processing during learning in explaining the spatial contiguity effect. *Learning and Instruction*, 61, 23-34.

Mason, Pluchino, P., Tornatora, M.C. (2015). *Eye*-movement modeling of integrative reading of an illustrated text: Effects on processing and learning. *Contemporary Educational Psychology*, 41, 172-187.

Mohammadhasani, N., Fabio, R. A., Fardanesh, H., & Hatami, J. (2015). The link between visual attention and memory in ADHD and normally developing students: seeing is remembering? *Italian journal of cognitive science* 1(2): 89–104.

Mohammad Hassani, N., Fardanesh, H., Hatami, J. (2016). The Relationship between Visual Pattern and Attention in Computer-Based Learning Design for ADHD Children. *School Psychology*, 5 (4): 146-153. [Persian].

Molina,A.I., Navarro,O., Ortega, M., Lacruz, M. (2018). Evaluating multimedia learning materials in primary education using eye tracking. *Computer Standards & Interfaces*, 59, 45–60.

Molina,A.I., Redondo, M.A., Lacave, C., Ortega, M. (2014). Assessing the effectiveness of new devices for accessing learning materials: An empirical analysis based on eye tracking and learner subjective perception. *Computers in Human Behavior*, 31, 475-490.

Nemati, M., Atash Panjeh, A. (2015).Comparison of Text Reading Patterns with Familiar and Unknown Cultural Schemes Using the Eye-Tracker in English Language Learners. Linguistic Research in Foreign Languages, 5 (1): 111-132. [Persian].

Petticrew M, Roberts H. (2008). Systematic reviews in the social sciences: A practical guide. Malden, MA: Blackwell Publishing.

Ponce,H.,R. Mayer,R.,E., Loyola, M.,S., López, M., J., Méndez, E., E. (2018). When two computer-supported learning strategies are better than one: An eye-tracking study. *Computers & Education*, 125, 376–388.

Rayner, K. (1998). Eye movement in reading and information processing: 20 years of research. Psychological Bulletins, 124(3): 372–422.

Rayner, K., Chace, K. H., Slattery, T. J., & Ashby, J. (2006). Eye movements as reflections of comprehension processes in reading. Scientific Studies of Reading, 10(3): 241–255.

Richardson, J. T. E. (2013).Research issues in evaluating learning pattern development in higher education. *Studies in Educational Evaluation*, 39(1): 66-70. doi: 10.1016/j.stueduc.2012.11.003.

Schmidt-Weigand, F., Kohnert, A., & Glowalla, U. (2010). A closer look at split visual attention in system- and self-paced instruction in multimedia learning. *Learning and Instruction*, 20, 100–110.

Sharma, K., Giannakos, M., Dillenbourg, P. (2020). Eye-tracking and artificial intelligence to enhance motivation and learning. Smart Learning Environments, 7 (13), https://doi.org/10.1186/s40561-020-00122-x.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

Stark, L., Brünken,R., Park, B. (2018). Emotional text design in multimedia learning: A mixed-methods study using eye tracking. *Computers & Education*, 120,185–196.

Strobel, B., Lindner, M., Saß, S., Köller, O. (2018). Task-irrelevant data impair processing of graph reading tasks: An eye tracking study. *Learning and Instruction*, 55, 139-147.

Tabbers H.K., Paas, F. Lankford, C., Martens, R.L.,Van Merriënboer ,J.J.G. *(*2008). *Studying eye movements in multimedia learning* in J.-F. Rouet, R. Lowe, W. Schnotz (Eds.), Understanding multimedia documents, New York: Springer, 169-184.

Tien, T., Pucher, P. H., Sodergren, M.H., Sriskandarajah MRCS, K., Yang, G-Z. & Darzi, A. (2014). Eye tracking for skills assessment and training: a systematic review. *Journal of Surgical Research*, 191(1): 169-178.

Tsai, M.-J., Hou, H. T., Lai, M. L., Liu, W.-Y., & Yang, F. Y. (2012). Visual attention for solving multiple-choice science problem: An eye-tracking analysis. *Computers & Education*, 58(1): 375–385.

Van Marlen, T., van Wermeskerken, M., Jarodzka, H., van Gog, T. (2016). Showing a model's eye movements in examples does not improve learning of problem-solving tasks. *Computers in Human Behavior*, 65, 448-459.

Yeh, Y., Tsai, J., Hsu,W.C Lin, C. F. (2014). A model of how working memory capacity influences insightproblem solving in situations with multiple visual representations: An eye tracking analysis. *Thinking Skills and Creativity*, 13, 153–167.

Zahedi Noghabi, M., Fatahi, R., Salehi Fardardi, J., Noukarizi, M. (2019). Eye-tracking method in human-computer interaction; investigating the interaction process based on eye movement data. *Journal of Information Processing and Management Research*, 34 (1): 349-374. [Persian].

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

Investigating the Role of Eye Tracking Technology in Learning Research: A Ten Years Study

Nasrin Mohammadhasani[1]

Abstract

Eye-tracking technology has attracted researchers' attention for many years as a tool for finding objective data from cognitive processes. The present study, with the aim to investigate the applications of the mentioned technology in conducting research in the field of learning used systematic review method to analyze performed research from 2010- 2020. A total of 24 articles were analyzed after applying the inclusion and exclusion criteria. The results showed that among the eye tracker measurement scales, the researchers used eye fixation and duration of gaze in most learning studies. In addition, the results showed that studying visual attention during cognitive processing, examining the transition between textual and visual information, and comparing the strategies of successful reading, decision-making, problem solving and information processing modeling are the applications of eye movements in learning studies. According of the results, eye-tracking tool provides researchers with the opportunity to link learning outcomes to cognitive processes, which has implications for designing learning environments.

Keywords: Eye-tracking technology, Learning, Systematic review

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOI: 10.52547/erj.7.41.2]

1. Assistant Professor, Department of Educational Technology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.