

## مقایسه اثربخشی روش‌های آموزش مبتنی بر رایانه و آموزش به کمک رایانه بر تعامل عناصر فرایند آموزش یادگیری

حسین مرادی مخلص<sup>۱</sup>، اسماعیل زارعی زوارکی<sup>۲</sup>، حسن رشیدی<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۱۲

تاریخ وصول: ۱۳۹۵/۱۰/۲۲

### چکیده

پژوهش حاضر با هدف مقایسه اثربخشی روش‌های آموزش مبتنی بر رایانه و آموزش به کمک رایانه بر تعامل عناصر فرایند آموزش - یادگیری در درس علوم تجربی پایه دوم متوسطه اول شهرستان اسدآباد انجام گرفت. این پژوهش جزء طرح‌های شبه‌آزمایشی می‌باشد که از طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه‌های آزمایشی ۱ و ۲ استفاده می‌کند. جامعه مورد بررسی در این پژوهش شامل کلیه دانش‌آموزان پسر پایه دوم - دوره متوسطه اول در سطح شهر اسدآباد همدان بودند که حجم آن ۸۵۲ بود و در سال تحصیلی ۹۴-۹۳ در این پایه مشغول به تحصیل بودند. از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای جهت گزینش نمونه پژوهشی استفاده شد و حجم نمونه ۱۰۰ نفر می‌باشد که در طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه‌های آزمایشی ۱ و ۲ جایگزین شدند. گروه اول بر اساس سی‌دی آموزشی با راهنمایی معلم و گروه دوم با سی‌دی آموزشی بدون راهنمایی معلم جایگزین شدند. هر دو گروه در محیط شبکه با پشتیبانی نرم‌افزار NSS آموزش‌ها را دریافت نمودند. ابزار پژوهش پرسشنامه سنجش سطوح تعامل دانش‌آموزان که بر اساس مؤلفه‌های تعامل، در شش مؤلفه تعامل در دانش‌آموزان و در طیف لیکرت (خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم، خیلی کم) با ۶۰ سؤال مورد استفاده قرار گرفت. برای آزمودن فرضیه‌ها از تحلیل کوواریانس چندمتغیری استفاده شد. نتایج پژوهش حاکی از این بود که در تعامل عناصر آموزش-یادگیری (دارای شش بعد)، بین روش آموزشی مبتنی بر رایانه و روش آموزشی به کمک رایانه در پنج بعد تفاوت معناداری وجود ندارد و تنها در بعد تعامل محتوا\_محتوا در سطح (۵٪) تفاوت معناداری وجود دارد. یافته‌های این پژوهش همچنین نشان داد که آموزش با کمک رایانه یعنی فعالیت‌های تمرینی و شبیه‌سازی که از طریق سیستم شبکه و با راهنمایی معلم ارائه شد بر تعامل عنصر محتوا\_محتوا نسبت به روش آموزش مبتنی بر رایانه تأثیر بیشتری دارد.

۱. استادیار تکنولوژی آموزشی، دانشگاه سیدجمال‌الدین اسدآبادی (نویسنده مسئول). [mokhles@sjau.ac.ir](mailto:mokhles@sjau.ac.ir).

۲. دانشیار تکنولوژی آموزشی دانشگاه علامه طباطبائی [ezaraii@yahoo.com](mailto:ezaraii@yahoo.com)

۳. دانشیار رایانه دانشگاه علامه طباطبائی [hrashi@atu.ac.ir](mailto:hrashi@atu.ac.ir)

واژگان کلیدی: آموزش مبتنی بر رایانه، آموزش به کمک رایانه، تعامل، روش آموزش

### مقدمه

امروزه شاهد تغییرات بسیاری در محیط‌های یادگیری هستیم. نهضت فناوری اطلاعات و ارتباطات<sup>۱</sup>، مقارن با همگانی‌شدن بهره‌گیری از پست الکترونیکی و به میان آمدن صفحات جهان‌گستر وب<sup>۲</sup>، انقلاب عظیمی را در همه ارکان جامعه از جمله نظام آموزش و پرورش سبب شده است. بحث جامعه اطلاعاتی<sup>۳</sup> و رسالت آموزش و پرورش در تربیت افراد برای زندگی در این جامعه و اهمیت استفاده از این منابع در غنی‌سازی محتوا و شکل ارائه اطلاعات به دانش‌آموزان، توازن جدیدی میان اهداف آموزش جدید و قدیم را به کمک فناوری‌های جدید طلب می‌کند (پلگرام و لاو<sup>۴</sup>، ۲۰۰۳؛ به نقل از شهامت، کدیور و فرزاد، ۱۳۸۷). اضافه شدن وجه سومی به تعاملات معلم و دانش‌آموز، نیاز به مفهوم‌سازی این تعاملات پیچیده را دو چندان می‌سازد. هیرومی<sup>۵</sup> (۲۰۰۲) با ذکر سطوح تعاملات در سطح نظام آموزش سنتی (شامل تعاملات دانش‌آموز - دانش‌آموز، دانش‌آموز - معلم و دانش‌آموز - محتوا) چارچوبی جدید از این تعاملات را در محیط یادگیری به کمک رایانه ارائه می‌دهد. که شامل موارد زیر می‌باشد:

یادگیرنده / آموزنده، یادگیرنده / یادگیرنده، یادگیرنده / دیگران، یادگیرنده / محتوا، یادگیرنده / واسطه، یادگیرنده / محیط (هیرومی، ۲۰۰۲).

در آموزش جدید، هدف بررسی محیط یادگیری به کمک رایانه با توجه به خصایص یادگیرنده در این محیط‌ها است. در محیط یادگیری سنتی، معلم قادر به بازیابی عملکرد دانش‌آموز و تغییر و تعدیل فنون یادگیری متناسب با موقعیت، توانمندی‌ها و دانش یادگیرنده است؛ اما در محیط‌های یادگیری جدید، بخشی از مهارت‌های معلم در تولید محتوای هم‌خوان با خصایص دانش‌آموز و در یک بسته نرم‌افزاری خلاصه می‌شود که انتظار می‌رود به پیشرفت تحصیلی بهتر دانش‌آموزان منتهی شود.

1. information & communication technology (ICT)
2. world wide web
3. information society
4. Pelgrum & Law
5. Hirumi

در این پژوهش، محیط مورد نظر، مدارس هوشمند<sup>۱</sup> است که به‌عنوان یک محیط یادگیری به کمک رایانه بر اساس آموزش در محیط شبکه با نرم افزار NSS<sup>۲</sup> مورد بررسی قرار گرفته است. مدارس هوشمند، مدارس فیزیکی هستند که کنترل مدیریت آن مبتنی بر فناوری رایانه و شبکه ملی است و محتوای اکثر دروس آن الکترونیکی و سیستم ارزشیابی و نظارت آن نیز هوشمند است. در این مدارس، علاوه بر هوشمند شدن سیستم اطلاعاتی و ارزشیابی مدارس، سعی در ارائه محتوایی الکترونیکی با کیفیت بالاست که این محتوا را خود معلمان تولید می‌کنند. بر اساس مشاهدات پژوهش‌گر، دانش‌آموزان نیز در این کارگاه‌ها در ساخت محتوا مشارکت دارند. این دانش‌آموزان در غالب طرح‌های گروهی و فردی و با استفاده از اینترنت و شبکه‌های اطلاعاتی به پژوهش پیرامون موضوع‌های دلخواه می‌پردازند. در مدارس هوشمند، کارگاه‌های رایانه به اینترنت متصل است و دانش‌آموزان در صورت داشتن امکانات، ساعت‌هایی را که در مدرسه حضور ندارند می‌توانند با معلم خود از طریق پست الکترونیکی در ارتباط باشند. پژوهش‌های کلاسی دانش‌آموزان با استفاده از منابع اینترنتی تولید می‌شود و ساختار ارائه آن متناسب با محیط‌های چندرسانه‌ای است.

کاربرد رایانه در آموزش به حدود چهارده دهه پیش برمی‌گردد و معمولاً از آن به‌عنوان آموزش به کمک رایانه<sup>۳</sup> (CAI) و یا آموزش مبتنی بر رایانه<sup>۴</sup> (CBI) یاد می‌کنند. اگر چه CBI, CAI خیلی از حوزه‌ها را در برمی‌گرفتند ولی فلسفه کلی آن‌ها بر مواد برنامه درسی الکترونیکی - برنامه‌هایی که فراگیران می‌توانستند با آن‌ها تعامل برقرار کنند تا محتوای خاصی را یاد بگیرند - متمرکز بود. نقطه‌نظر اصلی این بود که رایانه‌ها می‌توانند تجارب یادگیری انفرادی را شکل دهند که از مجموعه‌های متوالی مسأله‌ها یا سؤالات دارای بازخوردهای مناسب تشکیل شده‌اند. پایه نظری همه این‌ها، نظریه‌های معتبر رفتارگرایی و شناخت‌گرایی اولیه بود. شواهد تجربی زیادی - براساس نمرات پیشرفت تحصیلی و نتایج یادگیری فراگیران - مبتنی بر موفقیت این سبک وجود دارد. اما با گذشت زمان روشن شد که اگرچه این رویکرد ممکن است مزایای محدودی داشته‌باشد

- 
1. smart school
  2. Net Support School
  3. computer assistance instruction
  4. computer based instruction

ولی روش بسیار مؤثری برای به کارگیری رایانه در آموزش نیست. در مقابل دریافتیم که رایانه وسیله بسیار مناسبی برای برقراری ارتباط و به اشتراک گذاشتن اطلاعات است. در واقع آنچه که فراگیران و معلمان را تحت تأثیر قرار می‌داد ظرفیت و توانایی رایانه برای برقراری تعامل الکترونیکی و جستجو در پایگاه داده‌ها بود؛ بنابراین تعامل خیلی مهم بود اما نه تعاملی که قبلاً در CAI, CBI وجود داشت.

تعامل و میزان آن در دو شیوه یادگیری CBI و CAI، یکی از متغیرهای مورد نظر در این پژوهش است. تعامل به «فرایند دو طرفه ارتباط فعال و درگیرکننده بین مشارکت‌کنندگان با امکان دستکاری، تأمل، تبادل و به اشتراک گذاری محتوا از طریق امکانات و ابزارهای مختلف به صورت همزمان و ناهمزمان به منظور دستیابی به هدف مورد نظر است» (پورجمشیدی، ۱۳۹۲)؛ به عبارتی دیگر تعامل در آموزش الکترونیکی را یک دیالوگ یا مباحثه یا رویداد بین دو یا چند مشارکت‌کننده به طور همزمان و ناهمزمان همراه با پاسخ و بازخورد از طریق رابط کاربر (مارهد و جون، ۲۰۰۴) و یا درگیری یادگیرنده با محتوای درس، یادگیرندگان دیگر، معلم و رسانه‌ای که مورد استفاده قرار می‌گیرد توصیف کرده‌اند (تورموند و ویبچ، ۲۰۰۴). تعامل یادگیرنده و ابزارهای برقراری آن به عنوان یکی از ده نیاز اصلی برای توسعه دوره‌های آموزش الکترونیکی مبتنی بر وب بیان شده (مدوکس، ۲۰۰۴) و در تمام دوره‌های آموزشی به ویژه در آموزش‌های از راه دور اعتقاد بر این است که تعامل می‌تواند موجب کارایی و اثربخشی فرایند آموزش و در نتیجه یادگیری فراگیر شود. تعامل یادگیری را غنی‌تر می‌سازد و به یادگیرندگان اجازه می‌دهد بر اساس انگیزه و تمایل خودشان عمل کنند. هم‌چنین نقش تعامل در یادگیری به عنوان عنصری اساسی برای پردازش محتوا و خلق مفاهیم جدید نشان داده شده است. تعامل می‌تواند به صورت درونی (با محتوا) یا بیرونی (با دیگران) باشد که برای یادگیری بسیار ضروری و حیاتی در نظر گرفته شده است (مارو، ۲۰۰۷). انجمن آموزش ملی<sup>۵</sup> نیز تعامل را یک خصیصه ضروری برای موفقیت آموزش‌های الکترونیکی محسوب کرده است.

- 
1. Muirhead & Juwah
  2. Thurmond & Wambach
  3. Maddux
  4. Morrow
  5. National Education Association

مگ گری<sup>۱</sup> (۲۰۰۳) در پژوهشی با عنوان "ارزیابی کیفیت دوره‌های آموزش آنلاین" تعامل و مشارکت را به‌عنوان عوامل مهم و اساسی مؤثر بر کیفیت دوره‌های آموزش آنلاین شناسایی کرد. نتایج پژوهش سانگ<sup>۲</sup> (۲۰۰۴) نیز نشان داد تعامل بر درک یادگیرندگان از کیفیت دوره‌های برخط تأثیر می‌گذارد. شواهد بسیاری حاکی از این می‌باشد که وقتی یادگیرندگان با محتوا، معلم، رسانه و یادگیرندگان دیگر ارتباط و تعامل برقرار می‌کنند دانش آن‌ها گسترش می‌یابد، عملکرد تحصیلی آن‌ها مثبت شده و بهبود پیدا می‌کند و به‌طور کلی یادگیری افزایش می‌یابد (هاوارد<sup>۳</sup>، ۲۰۰۲؛ چو<sup>۴</sup>، ۲۰۰۳؛ دینن<sup>۵</sup>، ۲۰۰۵؛ جانگ و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۰۲؛ گالینگهام<sup>۷</sup>، ۲۰۰۹؛ پالمر، هولت و برای<sup>۸</sup>، ۲۰۰۸).

فرایند آموزش یعنی یاددهی و یادگیری را می‌توان حاصل تعامل هر سه عنصر معلم، شاگرد و محتوا در نظر گرفت. از این رو وجود تعامل برای ایجاد جوامع یادگیری، اساسی و بنیادی است (زارعی زوارکی و سیدی نظرلو، ۱۳۹۲). با وجود اهمیت تعامل در فرایندهای آموزش - یادگیری، ضعف در این عنصر اساسی به‌ویژه در آموزش الکترونیکی مشهود است. این مسأله اکنون که وارد نسل چهارم و پنجم آموزش از راه دور مبتنی بر اینترنت و وب شده‌ایم نیز هنوز ادامه دارد و با وجود پیشرفت‌ها در زمینه ابزارها و فنون ارتباطی، پایین بودن سطح تعاملات یکی از مسائل قابل توجه دوره‌های آموزش از راه دور می‌باشد (نیپر<sup>۹</sup>، ۱۹۸۹) که بعضاً موجب نارضایتی یادگیرندگان و مربیان و در نتیجه کاهش میزان موفقیت و اثربخشی این قبیل دوره‌ها گشته است؛ بنابراین لزوم طراحی و تدوین چارچوب و استراتژی‌هایی که بتواند انواع و سطوح مختلف تعامل در محیط‌های آموزش الکترونیکی و مبتنی بر وب را گسترش و بهبود بخشد از ضروریات مورد نیاز است (برنارد و همکاران<sup>۱۰</sup>، ۲۰۰۹). با توجه به همین موضوع و با در نظر گرفتن اهمیت تعامل در یادگیری و نقش آن در محیط‌های یادگیری الکترونیکی، محققان و پژوهشگران تاکنون

1. McGorry
2. Song
3. Howard
4. Chou
5. Dennen
6. Jung
7. Gillingham
8. Palmer, Holt & Bray
9. Nipper
10. Bernard et al

بررسی‌ها و پژوهش‌های متعددی در این زمینه انجام داده‌اند، اما متأسفانه بدنه بزرگ این پژوهش‌ها در ارتباط با پیامدهای آموزش است؛ به عبارتی تحقیقات انجام شده در این خصوص به تعیین رابطه تعامل با عملکرد تحصیلی، رضایت‌مندی یادگیرندگان و اثربخشی دوره‌های آموزش الکترونیکی و یا بررسی میزان تعاملات پرداخته‌اند. اگرچه در پاره‌ای از تحقیقات به مواردی که بر تعاملات یادگیرنده و معلم در محیط‌های مجازی تأثیر دارد اشاره شده است؛ اما تحقیقی که به‌طور جامع به شناسایی عوامل مؤثر بر انواع مختلف تعاملات یادگیرنده در آموزش‌های مجازی بپردازد و بر اساس آن الگو و مدلی مدون، منسجم و علمی برای آن ارائه دهد در بررسی تحقیقات و پژوهش‌های انجام شده دیده نشد. اینکه چه عواملی می‌تواند بر تعامل یادگیرنده با عناصر سیستم آموزش مجازی از قبیل معلم، محتوا، یادگیرندگان دیگر، رابط کاربر و سیستم پشتیبانی مؤثر باشد مسأله‌ای است که به نظر می‌رسد برای ارائه چارچوب درست و مناسب جهت ایجاد تعامل بهینه لازم باشد و جای آن در تحقیقات مربوط به آموزش مجازی خالی است. بر همین اساس نیاز به شناختن مواردی که بر انواع تعاملات یادگیرنده تأثیرگذار است به‌خوبی احساس می‌شود. یکی از موارد اثرگذار بر نوع و سطوح تعامل روش آموزش الکترونیکی است که بسته به نوع آن، نوع و سطح تعامل نیز تغییر می‌کند. هدف این پژوهش مقایسه اثربخشی روش‌های آموزش مبتنی بر رایانه و آموزش به کمک رایانه بر تعامل عناصر فرایند آموزش - یادگیری است.

## روش

این پژوهش جزء طرح‌های شبه‌آزمایشی می‌باشد که در آن از طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه‌های آزمایشی ۱ و ۲ استفاده می‌گردد. در پژوهش‌هایی که محقق قصد مقایسه دو شکل مختلف از یک متغیر مستقل را دارد، از این طرح استفاده می‌کند. دیاگرام این طرح در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه‌های آزمایشی ۱ و ۲

پس‌آزمون متغیر مستقل پیش‌آزمون انتخاب تصادفی			
R	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>
R	T <sub>1</sub>	Y	T <sub>2</sub>

جامعه مورد بررسی در این پژوهش شامل کلیه دانش‌آموزان پسر پایه دوم - دوره متوسطه اول در سطح شهر اسدآباد همدان می‌باشند و حجم آن ۸۵۲ بود که در سال تحصیلی ۹۴-۹۳ در این پایه مشغول به تحصیل بوده‌اند. از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چند مرحله‌ای جهت گزینش نمونه پژوهشی استفاده گردید و حجم نمونه ۱۰۰ نفر بود که در طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه‌های آزمایشی ۱ و ۲ جایگزین شدند. گروه اول بر اساس سی‌دی آموزشی با راهنمایی معلم و گروه دوم با سی‌دی آموزشی بدون راهنمایی معلم در کلاس تحت شبکه (NSS) جایگزین شدند.

روش اجرا به این صورت بود که محیط الکترونیکی که روش‌ها در آن اجرا می‌شوند، محیط NSS بود که در واقع کار این محیط تعاملی، مشارکت یادگیرندگان در امر یادگیری است. این نرم‌افزار دارای دو نسخه معلم و دانش‌آموز است که هر کدام را روی هر یک از سیستم‌ها نصب می‌کنیم و تمامی رایانه‌ها به شبکه وصل می‌شوند و برای هر رایانه باید نامی مشخص کرد که در شبکه به آن دسترسی آسان‌تری داشته باشیم که این امر تنظیمات خاص خود را می‌طلبد. از طریق این نرم‌افزار که تحت شبکه اجرا می‌شود می‌توان دانش‌آموزان را گروه‌بندی نمود، برای هر گروه سرگروه تعیین نمود. هم‌چنین با استفاده از این نرم‌افزار می‌توان آزمون‌های مختلفی طراحی و اجرا نمود و با پیشرفت کلاس‌های آموزشی و دسترسی دانش‌آموزان به اینترنت نیاز اینترنتی همه دانش‌آموزان را نیز برآورده کرد و می‌توان سایت‌های دلخواه را نیز محدود نمود. با استفاده از این نرم‌افزار مدیریتی، مربی کلاس می‌تواند تمامی صفحات نمایش دانش‌آموزان کلاس را حتی به‌طور هم‌زمان در صفحه نمایش خود مشاهده نماید. هم‌چنین مربی می‌تواند طرح درس مورد نظر خود را طراحی نموده و آن را روی سیستم‌های دانش‌آموزان اجرا نماید؛ در این زمان دانش‌آموزان روی سیستم خود صفحه نمایش مربی را مشاهده خواهند نمود؛ به این ترتیب به‌سادگی می‌توان توجه دانش‌آموزان را به درس و شرکت فعال در مراحل تدریس جلب نمود. در این نرم‌افزار امکان گفتگو به صورت نوشتاری و صوتی میان دانش‌آموزان با مربی و دانش‌آموزان با یکدیگر، و هم‌چنین درخواست کمک میان مربی و دانش‌آموزان وجود دارد. هم‌چنین نرم‌افزار آموزشی چندرسانه‌ای درس علوم تجربی پایه هشتم طراحی شده توسط محقق جهت آموزش در محیط الکترونیکی، دارای ویژگی‌های زیر می‌باشد که بر

اساس اصول چهارده گانه ون مرینبور ۱ (۲۰۰۵) می‌باشد (این مدل یک استراتژی طراحی را برای آموزش مهارت‌های شناختی پیچیده توصیف می‌کند).

جدول ۲. اصول طراحی نرم‌افزار استفاده شده در محیط الکترونیکی

۱. اصل توالی یا تسلسل <sup>۲</sup> : (ارائه مطالب از ساده به پیچیده)؛
۲. اصل انسجام <sup>۳</sup> : (حذف مطالب جذاب اما نامرتبط از قبیل موسیقی پس زمینه، کلیپ‌های ویدئویی و .... موجب یادگیری بهتر می‌شود)؛
۳. اصل تغییرپذیری <sup>۴</sup> : (تکالیف یادگیری به اندازه کافی از یکدیگر متفاوت باشند)؛
۴. اصل شخصی‌سازی <sup>۵</sup> : (انتخاب تکالیف یادگیری بر اساس ویژگی‌های فردی یادگیرنده)؛
۵. اصل مثال‌های حل شده <sup>۶</sup> : (ارائه مثال‌های حل شده به همراه راه‌حل آن‌ها)؛
۶. اصل استراتژی تکمیل <sup>۷</sup> : (ارائه تکالیف کامل کردنی بخشی از راه‌حل را به یادگیرندگان ارائه می‌دهند تا آن‌ها را تکمیل کنند)؛
۷. اصل حشو <sup>۸</sup> : (ارائه اطلاعات زائد «غیر ضروری اضافی» به یادگیرندگان)؛
۸. اصل خود توضیحی <sup>۹</sup> : (یادگیرنده گام‌های یک راه‌حل را از طریق مثال‌های حل شده برای خود توضیح می‌دهد)؛
۹. اصل خود - سرعتی <sup>۱۰</sup> : (واگذار کردن سرعت آموزش به یادگیرنده)؛
۱۰. اصل توجه دو نیمه زمانی <sup>۱۱</sup> : (ارائه اطلاعات به صورت هم‌زمان و نه در دو زمان مختلف مثلاً ارائه هم‌زمان انیمیشن با روایت)؛
۱۱. اصل توجه دو نیمه فضایی <sup>۱۲</sup> : (ترکیب کردن منابع اطلاعاتی مختلف در یک منبع یک‌پارچه)؛
۱۲. اصل علامت‌دهی <sup>۱۳</sup> : (متمرکز کردن توجه یادگیرنده بر روی جنبه‌های اساسی تکلیف یادگیری از طریق برجسته کردن بخشی از تصویر)؛
۱۳. اصل وجهی <sup>۱۴</sup> : (ارائه دو حالت متن شنیداری و روایت برای نمودارها در مقایسه با ارائه تک حالت فقط بصری یادگیری بهتری را به دنبال دارد)؛

1. Van Merriënboer
2. Sequencing principle
3. coherence principle
4. variability principle
5. individualization principle
6. worked examples principle
7. completion – strategy principle
8. redundancy principle
9. self-explanation principle
10. self-pacing principle
11. temporal split-attention principle
12. spatial split-attention principle
13. signaling principle
14. modality principle



۱۴. اصل سیالیت مؤلفه<sup>۱</sup> (عنصر): تمرین و تکرار بر روی یک یا چند جنبه از تکلیف یادگیری).

این مدل یک استراتژی طراحی را برای آموزش مهارت‌های شناختی پیچیده توصیف می‌کند. چندرسانه‌ای آموزشی طراحی و تولید شده علوم تجربی با مبحث نور و ویژگی‌های آن، با یک مقدمه متنی کوتاه جهت آشنایی با این مدل شروع می‌شود. در ادامه محتوای طراحی شده مبتنی بر اصول چهارده گانه به چهار واحد آموزشی کوچک تقسیم می‌شود، به گونه‌ای که هر کدام از واحدهای آموزشی کوچک به یک بخش خاص از محتوا اختصاص داده شود. مدت زمان اختصاص یافته برای مطالعه هر واحد آموزشی کوچک حدود ۴۰ دقیقه بود. آزمایش در ۸ جلسه حدوداً ۱ ساعته انجام شد، که در هر جلسه بین ۱ تا ۲۰ نفر دانش‌آموز به صورت هم‌زمان مورد ارزیابی قرار گرفتند. این جلسات در آزمایشگاه چندرسانه‌ای که دارای ۲۰ سیستم رایانه و متصل به شبکه مدرسه بودند، برگزار شد. زمانی که دانش‌آموزان وارد سایت رایانه می‌شدند به صورت تصادفی هر کدام برای استفاده از یکی از سیستم‌ها تقسیم‌بندی شدند.

ابزار پژوهش شامل موارد ذیل بود:

**پرسشنامه سنجش سطوح تعامل عناصر فرایند آموزش-یادگیری:** این پرسشنامه بر اساس مؤلفه‌های تعامل در شش مؤلفه تعامل در طیف لیکرت (خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم، خیلی کم) با ۶۰ سؤال طراحی گردیده است که سؤالات ۱ تا ۱۰ مخصوص مؤلفه تعامل دانش‌آموز با دانش‌آموز، سؤالات ۱۱ تا ۲۰ مخصوص مؤلفه تعامل دانش‌آموز با معلم، سؤالات ۲۱ تا ۳۰ مخصوص مؤلفه تعامل دانش‌آموز با محتوا، سؤالات ۳۱ تا ۴۰ مخصوص مؤلفه تعامل محتوا با محتوا، سؤالات ۴۱ تا ۵۰ مخصوص مؤلفه تعامل معلم با معلم و ۵۱ تا ۶۰ مخصوص مؤلفه تعامل معلم با محتوا می‌باشد. برای روایی پرسشنامه‌های مورد استفاده از نظر متخصصان و کارشناسان و از آلفای کرونباخ جهت تعیین ضریب پایایی استفاده گردید. ضرایب پایایی به ترتیب عامل‌های پرسشنامه ۰/۶۵، ۰/۷۲، ۰/۶۶، ۰/۶۶، ۰/۶۸، ۰/۶۶ و کل پرسشنامه ۰/۹۱ به دست آمد. به منظور نمایش چگونگی ویژگی نمونه‌های مورد مطالعه در حوزه‌ی آمار توصیفی، از شاخص مرکزی و پراکندگی (درصد، میانگین، میانه، انحراف معیار و ترسیم جداول فراوانی) با هدف دسته‌بندی آزمودنی‌ها از نظر ویژگی‌های مختلف و توصیف جامعه‌ی آماری استفاده شد و برای آزمودن فرضیه‌ها از

تحلیل کواریانس چند متغیری استفاده شد.

### نتایج

یافته‌های پژوهش حاضر برای سطح تعامل به شرح جداول ذیل است. پژوهش حاضر از شش فرضیه تشکیل یافته است که یافته‌های مرتبط با هر فرضیه در ذیل آن آمده است.

**فرضیه اول:** بین تعامل دانش‌آموز با دانش‌آموز در درس علوم تجربی پایه دوم متوسطه اول در شیوه یادگیری CBI و CAI تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

جدول ۳. نتایج تحلیل کواریانس برای تعامل دانش‌آموز-دانش‌آموز

منبع	SS	Df	MS	F	p	$\eta^2$
پیش‌آزمون	۰/۰۰۳	۱	۰/۰۰۳	۱/۷۹۷	$p > ۰/۰۵$	۰/۰۳۷
گروه	۰/۰۰۳	۱	۰/۰۰۳	۱/۷۶۴	$p > ۰/۰۵$	۰/۰۳۶
خطا	۰/۰۰۷	۴۷	۰/۰۰۱			
کل	۱۲۴/۹۹۸	۵۰				

همانطور که در جدول بالا مشاهده می‌شود سطح معناداری مشاهده‌شده برای تفاوت میانگین در روش آموزشی مبتنی بر رایانه و روش آموزشی به کمک رایانه در تعامل دانش‌آموز-دانش‌آموز بزرگ‌تر از  $۰/۰۵$  است ( $F = ۱/۷۶۴$ ،  $p > ۰/۰۵$ )؛ بنابراین نتیجه گرفته می‌شود بین تعامل دانش‌آموز-دانش‌آموز در روش آموزشی مبتنی بر رایانه و روش آموزشی به کمک رایانه در نرم افزار درس علوم تجربی تفاوت معناداری وجود ندارد. مقدار مجذور ای‌تا ( $\eta^2 = ۰/۰۳۶$ ) نشان می‌دهد که  $۳/۶$  درصد از واریانس تعامل دانش‌آموز-دانش‌آموز توسط عضویت گروهی تبیین می‌شود.

**فرضیه دوم:** بین تعامل دانش‌آموز با معلم در درس علوم تجربی پایه دوم متوسطه اول در شیوه یادگیری CBI و CAI تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

جدول ۴. نتایج تحلیل کواریانس برای تعامل دانش‌آموز-معلم

منبع	SS	df	MS	F	P	$\eta^2$
پیش‌آزمون	۰/۰۰۰۰۴۱۱	۱	۰/۰۰۰۰۴۱۱	۰/۰۲	$p > ۰/۰۵$	۰/۰۰
گروه	۰/۰۰۷	۱	۰/۰۰۷	۳/۴۶	$p > ۰/۰۵$	۰/۰۶۹
خطا	۰/۰۹۵	۴۷	۰/۰۰۲			
کل	۱۲۲/۶۶۲	۵۰				

همانطور که در جدول بالا مشاهده می‌شود سطح معناداری مشاهده‌شده برای تفاوت

میانگین در روش آموزشی مبتنی بر رایانه و روش آموزشی به کمک رایانه در تعامل دانش‌آموز-معلم بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است ( $F=۳/۴۶۰$ ،  $p>۰/۰۵$ )؛ بنابراین نتیجه گرفته می‌شود بین تعامل دانش‌آموز-معلم در روش آموزشی مبتنی بر رایانه و روش آموزشی به کمک رایانه در نرم افزار درس علوم تجربی تفاوت معناداری وجود ندارد. مقدار مجذور ایتا ( $\eta^2=۰/۰۶۹$ ). نشان می‌دهد که ۶/۹ درصد از واریانس تعامل دانش‌آموز-معلم توسط عضویت گروهی تبیین می‌شود.

**فرضیه سوم:** بین تعامل دانش‌آموز با محتوا در درس علوم تجربی پایه دوم متوسطه اول در شیوه یادگیری CBI و CAI تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

جدول ۵. نتایج تحلیل کوواریانس برای تعامل دانش‌آموز-محتوا

منبع	SS	df	MS	F	P	$\eta^2$
پیش‌آزمون	۰/۰۰۰۰۲۴۲	۱	۰/۰۰۰۰۲۴۲	۰/۰۱۴	$p>۰/۰۵$	۰/۰۰
گروه	۰/۰۰۲	۱	۰/۰۰۲	۱/۳۳	$p>۰/۰۵$	۰/۰۲۸
خطا	۰/۰۸۱	۴۷	۰/۰۰۲			
کل	۱۲۳/۴۷۶	۵۰				

همانطور که در جدول بالا مشاهده می‌شود سطح معناداری مشاهده شده برای تفاوت میانگین در روش آموزشی مبتنی بر رایانه و روش آموزشی به کمک رایانه در تعامل دانش‌آموز-محتوا بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است ( $F=۱/۳۳$ ،  $p>۰/۰۵$ )؛ بنابراین نتیجه گرفته می‌شود بین تعامل دانش‌آموز-محتوا در روش آموزشی مبتنی بر رایانه و روش آموزشی به کمک رایانه در نرم افزار درس علوم تجربی تفاوت معناداری وجود ندارد. مقدار مجذور ایتا ( $\eta^2=۰/۰۲۸$ ). نشان می‌دهد که ۲/۸ درصد از واریانس تعامل دانش‌آموز-محتوا توسط عضویت گروهی تبیین می‌شود.

**فرضیه چهارم:** بین تعامل محتوا با محتوا در درس علوم تجربی پایه دوم متوسطه اول در شیوه یادگیری CBI و CAI تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

جدول ۶. نتایج تحلیل کوواریانس برای تعامل محتوا-محتوا

منبع	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$
پیش آزمون	۰/۰۰۷	۱	۰/۰۰۷	۲/۸۳۷	$p > ۰/۰۵$	۰/۰۵۷
گروه	۰/۰۱۴	۱	۰/۰۱۴	۵/۷۵۸	$p < ۰/۰۵$	۰/۱۰۹
خطا	۰/۱۱۴	۴۷	۰/۰۰۲			
کل	۱۱۷/۷۸۲	۵۰				

همانطور که در جدول بالا مشاهده می‌شود سطح معناداری مشاهده شده برای تفاوت میانگین در روش آموزشی مبتنی بر رایانه و روش آموزشی به کمک رایانه در تعامل محتوا-محتوا کوچکتر از ۰/۰۵ است ( $F=۵/۷۵۸$ ،  $p > ۰/۰۵$ )؛ بنابراین نتیجه گرفته می‌شود بین تعامل محتوا-محتوا در روش آموزشی مبتنی بر رایانه و روش آموزشی به کمک رایانه در نرم افزار درس علوم تجربی تفاوت معناداری وجود دارد. مقدار مجذور ای تا ( $\eta^2=۰/۱۰۹$ ). نشان می‌دهد که ۱۰/۹ درصد از واریانس تعامل محتوا-محتوا توسط عضویت گروهی تبیین می‌شود.

**فرضیه پنجم:** بین تعامل معلم با معلم در درس علوم تجربی پایه دوم متوسطه اول در شیوه یادگیری CBI و CAI تفاوت معنی داری وجود دارد.

جدول ۷. نتایج تحلیل کوواریانس برای تعامل معلم-معلم

منبع	SS	Df	MS	F	p	$\eta^2$
پیش آزمون	۰/۰۰	۱	۰/۰۰	۰/۱۴	$p > ۰/۰۵$	۰/۰۰۳
گروه	۰/۰۰۱	۱	۰/۰۰۱	۰/۴۴	$p > ۰/۰۵$	۰/۰۰۹
خطا	۰/۰۹۷	۴۷	۰/۰۰۲			
کل	۱۲۰/۵۵۲	۵۰				

همانطور که در جدول بالا مشاهده می‌شود سطح معناداری مشاهده شده برای تفاوت میانگین در روش آموزشی مبتنی بر رایانه و روش آموزشی به کمک رایانه در تعامل معلم-معلم بزرگتر از ۰/۰۵ است ( $F=۰/۴۴۰$ ،  $p > ۰/۰۵$ )؛ بنابراین نتیجه گرفته می‌شود بین تعامل معلم-معلم در روش آموزشی مبتنی بر رایانه و روش آموزشی به کمک رایانه در نرم افزار درس علوم تجربی تفاوت معناداری وجود ندارد. مقدار مجذور ای تا ( $\eta^2=۰/۰۰۹$ ). نشان می‌دهد که ۰/۹ درصد از واریانس تعامل معلم-معلم توسط عضویت گروهی تبیین می‌شود.

**فرضیه ششم:** بین تعامل معلم با محتوا در درس علوم تجربی پایه دوم متوسطه اول در شیوه یادگیری CBI و CAI تفاوت معنی داری وجود دارد.

جدول ۸. نتایج تحلیل کوواریانس برای تعامل معلم-محتوا

منبع	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$
پیش‌آزمون	۰/۰۰۷	۱	۰/۰۰۷	۴/۱۳۴	$p < ۰/۰۵$	۰/۰۸۱
گروه	۰/۰۰۰۰۵۹۲	۱	۰/۰۰۰۰۵۹۲	۰/۰۳۳	$p > ۰/۰۵$	۰/۰۰۱
خطا	۰/۰۷۶	۴۷	۰/۰۰۲			
کل	۱۲۲/۹۲۹	۵۰				

همانطور که در جدول بالا مشاهده می‌شود سطح معناداری مشاهده شده برای تفاوت میانگین در روش آموزشی مبتنی بر رایانه و روش آموزشی به کمک رایانه در تعامل معلم محتوا بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است ( $F = ۰/۰۳۳$ ,  $p > ۰/۰۵$ )؛ بنابراین نتیجه گرفته می‌شود بین تعامل معلم-محتوا در روش آموزشی مبتنی بر رایانه و روش آموزشی به کمک رایانه در نرم افزار درس علوم تجربی تفاوت معناداری وجود ندارد. مقدار مجذور ای تا ( $\eta^2 = ۰/۰۰۱$ ). نشان می‌دهد که ۰/۱ درصد از واریانس تعامل معلم-محتوا توسط عضویت گروهی تبیین می‌شود.

### بحث و نتیجه‌گیری

وجود تعامل و شکل‌گیری انواع تعاملات در فرایند یاددهی-یادگیری به‌ویژه در آموزش متوسطه یک امر حیاتی و انکارناپذیر است و توجه و به‌کارگیری صحیح و مداوم آن موجب افزایش کیفیت برنامه‌های آموزش مبتنی بر رایانه می‌شود؛ بنابراین در کنار توسعه کمی این روش، توسعه کیفی آن نباید فراموش شود. در دهه اخیر بعضی از دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی کشور جهت برگزاری دوره‌های آموزش مبتنی بر رایانه و الکترونیکی اقداماتی را انجام داده‌اند. از آنجایی که برگزاری این دوره‌ها نیازمند سرمایه‌های مالی و انسانی زیادی می‌باشد، اجراکنندگان و شرکت‌کنندگان در این دوره‌ها انتظار دارند نسبت به هزینه صرف شده اثربخشی لازم را در زمینه یادگیری داشته باشند. این امر محقق نخواهد شد جز با توجه به عوامل مؤثر در یادگیری در محیط آموزش الکترونیکی، که یکی از عوامل اساسی آن توجه به وجود تعامل در برنامه‌های آموزشی است. برقراری تعاملات نیز در صورتی امکان‌پذیر است که ابزارهای آن برای استفاده در دسترس باشند

و معلمان و دانش‌آموزان بتوانند از آن‌ها استفاده کنند. در این راستا پژوهش حاضر نیز به بررسی سطح تعامل میان عناصر سه‌گانه آموزش (دانش آموز، معلم، محتوا) در برنامه‌ی مقایسه اثربخشی دو شیوه یادگیری CBI و CAI پرداخت تا به آگاهی‌هایی در زمینه میزان برقراری تعاملات و اشکال و انواع این تعاملات دست یابد و با مشخص شدن محدودیت‌ها و مشکلات در این حوزه مورد مطالعه، زمینه و راه را جهت رفع و اصلاح آن‌ها هموار نماید؛ بنابراین نتیجه نهایی چنین پژوهش‌هایی می‌تواند افزایش و بهبود کیفیت دوره‌های آموزش الکترونیکی را در بر داشته باشد. از بین سه عنصر دانش آموز، معلم و محتوا، عنصر محتوا در یادگیری الکترونیکی از اهمیت بسزایی برخوردار است. تعامل دانش آموز و معلم کم و بیش مورد توجه قرار گرفته است. یکی از فرضیات اصلی این پژوهش بررسی تعامل محتوا - محتوا است.

یافته‌های این پژوهش نشان داد که بین دو روش آموزشی مبتنی بر رایانه و روش آموزشی به کمک رایانه در نرم افزار درس علوم تجربی از بین انواع و سطوح مختلف تعامل تنها در تعامل محتوا-محتوا تفاوت معنادار وجود دارد و روش آموزش به کمک رایانه در تعامل محتوا-محتوا بهتر از روش آموزش مبتنی بر رایانه بود و این نتیجه اهمیت تعامل محتوا - محتوا را نشان می‌دهد. ما می‌توانیم دوره‌ای را تصور نماییم که در آن، محتوا قادر است به‌طور خودکار درون داده‌های حسی مختلف را اخذ نموده و خود را به روز درآورد و پس از آنکه تغییرات به وجود آمده در آن به حد قابل قبولی رسیدند، دانش‌آموزان و معلمان را مطلع سازد (گریسون و اندرسون، ۲۰۰۰). آنچه محیط‌های آموزشی سنتی را از محیط‌های آموزش الکترونیکی جدا می‌کند، تعامل محتوا با محتوا است. در عین اینکه یادگیرنده و معلم به‌عنوان دو مؤلفه اصلی محیط‌های یادگیری محسوب می‌شوند که تعامل بین آن‌ها چه در محیط آموزش سنتی و چه در آموزش الکترونیکی نقش اساسی در کسب یادگیری معنادار ایفا می‌کند، با این حال تعامل محتوا با محتوا دریچه‌ای جدید بر روی یادگیرنده می‌گشاید. محیط آموزش الکترونیکی علی‌رغم وجوه اشتراکی که با محیط آموزش سنتی دارد؛ اما به لحاظ تفاوت از لحاظ امکان دسترسی هر زمانی، نحوه دریافت تکالیف و فعالیت‌ها، امکان دسترسی به منابع و امکان ارتباطی آن از یک طرف و از طرف دیگر تغییر پارادایم یادگیری مبنی بر فعال کردن یادگیرنده در یادگیری خود، ارتباط و تعامل اساتید و یادگیرندگان را از حساسیت و

اهمیت دوجندانی برخوردار می‌سازد. با توجه به طرح واره های مفهومی که در ذهن یادگیرندگان مختلف شکل می‌گیرد، تعامل محتوا با محتوا در محیط‌های الکترونیکی از اهمیت بسزایی برخوردار است.

هاویشر و پمبرن<sup>۱</sup> (۱۹۹۷) و جیانگ تینگ<sup>۲</sup> (۲۰۰۰) موفقیت دوره‌های آنلاین را به ارزش بحث مریبان بر روی محتوا ربط دادند و میزان درک و یادگیری یادگیرندگان را به مقدار بحث و گفتگوهای آن‌ها با معلمان مربوط کردند. این نشان‌دهنده اهمیت بحث و گفتگوی معلمان بر محتوای محیط آموزش الکترونیکی است. تعامل محتوا با محتوا یادگیری را تسهیل نموده و تعاملات سایر عناصر نظام آموزش الکترونیکی از آن سرچشمه می‌گیرد. ساختار محتوا بر تعامل محتوا با سایر عناصر نظام آموزشی تأثیر می‌گذارد. بسته به اینکه محتوا دارای ساختار قوی و یا ضعیف باشد میزان تعامل محتوا با سایر عناصر آموزشی متفاوت خواهد بود (فردانش، ۱۳۸۳). علوم دارای ساختار ضعیف تعامل بین عناصر بیشتری را طلب می‌کند. توالی بخشی محتوا یکی از مهمترین مکانیزم‌ها برای یادگیری بهتر است. پویایی سطح دشواری مفاهیم موجود در محتوا بر تعامل محتوا با محتوا تأثیر دارد. سطح دشواری محتوا ثابت نیست، بلکه مفاهیم هر محتوای یادگیری برای یادگیرندگان با توانایی‌های مختلف دارای سطوح دشواری و تعامل مختلفی است. تعامل محتوا با محتوا بر درک و فهم دانش آموزان از مطالب دشوار تأثیر گذار است (حسینی و کاردان، ۱۳۹۲).

## منابع

پورجمشیدی، مریم. (۱۳۹۲). تعیین عوامل مؤثر بر تعامل در آموزش مبتنی بر وب و ارائه الگوی مناسب جهت بهبود آن. دانشگاه علامه طباطبایی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، رساله دکتری جهت اخذ دکتری تخصصی (Ph.D) در رشته تکنولوژی آموزشی.

حسینی، ر و کاردان، ا. (۱۳۹۲). تأثیر پویایی سطح دشواری محتوا بر توالی بخشی قطعات آموزشی با استفاده از انتگرال فازی چوکت و نظریه پرسش-پاسخ. مجموعه مقالات سومین کنفرانس بین‌المللی و ششمین کنفرانس ملی آموزش و یادگیری الکترونیکی.

1. Hawisher & Pemberton
2. Jiang & Ting

تهران: دانشگاه تهران.

زارعی زوارکی، ا و سیدی نظرلو، ط. (۱۳۹۲). سنجش میزان تعامل در برنامه‌ی درسی الکترونیکی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی. *فصلنامه اندازه‌گیری تربیتی*. ۱۴۷-۱۶۴: (۱۱)۴.

شهامت، ف؛ کدیور، پ و فرزاد، و. (۱۳۸۷). سبک‌های شناختی و خود-تنظیمی در محیط یادگیری به کمک رایانه و مقایسه آن با محیط‌های سنتی. *فصلنامه تعلیم و تربیت*. ۲۴(۹۴): ۵۸ - ۴۱.

فردانش، هاشم. (۱۳۸۳). *مبانی نظری تکنولوژی آموزشی*. تهران: سمت.  
گریسون، دی و اندرسون، تری. (۲۰۰۰). *یادگیری الکترونیکی در قرن ۲۱*، ترجمه اسماعیل زارعی زوارکی و سعید صفایی. تهران: علوم و فنون.

- Bernard, R. M., Abrami, P. C., Borokhovski, E., Wade, C. A., Tamim, R. M., Surkes, M. A., & Bethel, E. C. (2009). A meta-analysis of three types of interaction treatments in distance education. *Review of Educational research*, 79(3), 1243-1289.
- Chou, C. (2003). Interactivity and interactive functions in web-based learning systems: a technical framework for designers. *British Journal of Educational Technology*, 34(3), 265-279.
- Dennen\*, V. P. (2005). From message posting to learning dialogues: Factors affecting learner participation in asynchronous discussion. *Distance Education*, 26(1), 127-148.
- Gillingham, P. (2009). Ghosts in the machine: Student participation and grade attainment in a web-assisted social work course. *Social work education*, 28(4), 423-435.
- Hawisher, G. E., & Pemberton, M. A. (1998). Writing across the curriculum encounters asynchronous learning networks. *Electronic communication across the curriculum*, 17-39.
- Hirumi, A. (2002). A framework for analyzing, designing, and sequencing planned elearning interactions. *Quarterly Review of Distance Education*, 3(2), 141-60.
- Howard, J. R. (2002). Do college students participate more in discussion in traditional delivery courses or in interactive telecourses? A preliminary comparison. *The Journal of Higher Education*, 73(6), 764-780.
- Jiang, M., & Ting, E. (2000). A study of factors influencing students' perceived learning in a web-based course environment. *International Journal of Educational Telecommunications*, 6(4), 317-338.
- Jung, I., Choi, S., Lim, C., & Leem, J. (2002). Effects of different types of interaction on learning achievement, satisfaction and participation in web-based instruction. *Innovations in education and teaching international*, 39(2), 153-162.



- McGorry, S. Y. (2003). Measuring quality in online programs. *The Internet and Higher Education*, 6(2), 159-177.
- Morrow, R. G. (2007). Interactivity in an online learning environment: A case study of participant experience in professional development. *Unpublished doctoral dissertation, Griffith University, Brisbane.*
- Muirhead, B., & Juwah, C. (2005). Interactivity in computer-mediated college and university education: A recent review of the literature. *Insights for Teachers and Students*, 11.
- Nipper, S. (1989). In Mind weave: Communication, computers and distance education, Third generation distance learning and computer conferencing, eds Mason R, Kaye A (Pergamon, Oxford, UK), pp 63–73.
- Palmer, S., Holt, D., & Bray, S. (2008). Does the discussion help? The impact of a formally assessed online discussion on final student results. *British Journal of Educational Technology*, 39(5), 847-858.
- Song, H. (2004). The perceptions of college students regarding the instructional quality of online courses delivered via WebCT. In *E-Learn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education* (pp. 2141-2146). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Thurmond, V. A & Wambach, K. (2004). Understanding interactions in distance education: A review of the literature. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 1(1). Pp. 9-26.
- Van Merriënboer, J. J., & Ayres, P. (2005). Research on cognitive load theory and its design implications for e-learning. *Educational Technology Research and Development*, 53(3), 5-13.