

اثربخشی رعایت اصول طراحی آموزشی (۱۴ اصل چندرسانه‌ای ون مرینبور و کستر)

بر یادگیری و یادداری در محیط‌های یادگیری چندرسانه‌ای

Effectiveness of Instructional Design Principles Applied to Learning and Retention in Multimedia Learning Environments

دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۳/۱۴؛ دریافت نسخه نهایی: ۱۳۹۰/۱۰/۱۶؛ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۳/۱۹

H. Zare (Ph.D.), M. R. Sarmadi (Ph.D.), H. Fardanesh (Ph.D.), A. Feizi (Ph.D.), T. Mahboobi (M.A)

Abstract: The purpose of this study was to determine the effectiveness of instructional design principles applied to learning and retention in multimedia learning environments. This is an experimental study with pre-test and post test design. Statistical population consisted of all students majoring at Educational Sciences at Boukan Payame Noor University (N=540). The sample included 180 students (110 male and 70 femal), assigned by simple random sampling to experimental (n=90, 55m, 35f) and control (n=90, 35m, 35f) groups. Instruments: learning and retention were measured by pre test and post test on Statistics. The formal validity of measures was confirmed by academics with relevant expertise in measurement and statistics. Compliance to instructional design principles was measured by software based on Van Merriënboer and Kester's (2005) 14 instructional design principles was measured. Data were collected by a questionnaire developed by the researcher. Results showed that the application of instructional design principles had a significant impact on increasing learning and retention in experimental group ($p \leq 0.01$).

Key words: instructional design principles, learning, retention, multimedia learning environments

حسین زارع^۱، محمدرضا سرمدی^۲، هاشم فردانش^۳، آوات فیضی^۴، طاهر محبوبی^۵

چکیده: هدف پژوهش حاضر تعیین اثربخشی اصول طراحی آموزشی بر یادگیری و یادداری در محیط‌های یادگیری چندرسانه‌ای (مجازی) است. روش پژوهش آزمایشی از نوع طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری شامل کلیه دانشجویان رشته علوم تربیتی دانشگاه پیام نور مرکز بوکان با تعداد ۵۴۰ نفر بود. نمونه پژوهش شامل ۱۸۰ نفر (۱۱۰ مرد و ۷۰ زن) می‌باشد که در دو گروه آزمایشی (۵۵ مرد و ۳۵ زن) و کنترل (۵۵ مرد و ۳۵ زن) به شیوه نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شدند. ابزار پژوهش، یادگیری و یادداری از طریق پیش‌آزمون و پس‌آزمون (محتوای درس آمار) است که روایی صوری آن‌ها مورد تأیید متخصصین سنجش و آمار قرار گرفت و رعایت اصول طراحی آموزشی از طریق نرم‌افزار مبتنی بر اصول چهارده‌گانه طراحی آموزشی ون مرینبور و کستر (۲۰۰۵) که روایی درونی (۰/۹۴) و بیرونی (۰/۸۱) آن از طریق پرسشنامه ۷۲ سؤالی محقق‌ساخته مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج نشان داد که رعایت اصول طراحی آموزشی تاثیر قابل توجهی روی افزایش یادگیری و یادداری گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل دارد ($P \leq 0.01$).

کلید واژه‌ها: اصول طراحی آموزشی، یادگیری، یادداری، محیط‌های یادگیری چندرسانه‌ای

۱. دانشیار گروه روان‌شناسی و عضو هیئت علمی دانشگاه پیام نور تهران

۲. دانشیار گروه روان‌شناسی و عضو هیئت علمی دانشگاه پیام نور تهران

۳. دانشیار گروه تعلیم و تربیت و عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس تهران

۴. استادیار گروه آمار و عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

۵. نویسنده مسئول: مربی گروه علوم تربیتی و دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی آموزش از دور، عضو هیئت علمی دانشگاه پیام نور

مقدمه

در طول سال‌های اخیر یادگیری و آموزش، تغییرات مهمی داشته است. تکنولوژی‌های جدید، امکان ساخت محیط‌های یادگیری را فراهم کرده است که ارائه اطلاعات به صورت الکترونیکی از طریق چارچوب‌های مختلف، به شیوه‌های انعطاف‌پذیر در آن‌ها میسر می‌شود (شونتز و کرشنر^۱، ۲۰۰۷). مایر^۲ و مورنو^۳ (۲۰۰۳) یادگیری چندرسانه‌ای را به‌عنوان یادگیری از واژگان و تصاویر، و آموزش چندرسانه‌ای را به‌عنوان ارائه واژگان و تصاویر با هدف تقویت یادگیری تعریف کرده‌اند. واژگان می‌توانند چاپ شده (متن روی صفحه نمایش) یا گفتاری (روایت) باشند. تصاویر نیز می‌توانند ایستا (نمایش، نمودار، چارت، عکس یا نقشه) یا پویا (انیمیشن و ویدئو یا نمایش‌های تعاملی) باشند. نظریه‌ها در مورد یادگیری چندرسانه‌ای می‌تواند در سطوح مختلفی قرار گیرد. در یک سطح پایه، نظریه‌های روان‌شناختی سیستم‌های حافظه و فرایندهای شناختی را توصیف می‌کنند که نحوه پردازش انواع مختلف اطلاعات و چگونگی یادگیری‌های مختلف را توضیح می‌دهند. نمونه‌هایی از این نظریه‌ها عبارتند از: نظریه کدگذاری دوگانه پای‌ویو (۱۹۸۶)؛ کلارک و پای‌ویو^۴ (۱۹۹۱) و مدل حافظه‌کاری با یک سیستم اجرایی مرکزی و دو سیستم تابع صفحه طرح دیداری فضایی و حلقه واج‌شناختی (بدلی^۵، ۱۹۹۸). در یک سطح بالاتر، نظریه‌های طراحی پیام آموزشی به اصول چندرسانه‌ای توجه دارد و رهنمودهایی را برای طراحی پیام‌های چندرسانه‌ای مثلاً شامل متن نوشتاری و تصاویر، متن گفتاری و انیمیشن یا تصاویر ویدئویی توضیحی با ترکیبی از تصاویر متحرک با گفتار و متن نوشتاری استفاده می‌کنند. چند نمونه از این نظریه‌ها عبارتند از: نظریه یادگیری زاینده یادگیری چندرسانه‌ای مایر (۲۰۰۱) و نظریه بارشناختی سولر^۶ (۲۰۰۴)؛ سولر، ون و مرینبور و پاس، (۱۹۹۸). برنامه‌های آموزشی خوب طراحی شده، هم فرایندهای شناختی انسان و هم اصول چندرسانه‌ای را در نظر می‌گیرند تا اطمینان حاصل کنند که یادگیرنده در محیطی کار می‌کند که در راستای هدف، کارآمد و جذاب است. بنابراین طبق این نظریه‌ها، ون مرینبور، کستر^۷ (۲۰۰۵)، ۱۴ اصل چندرسانه‌ای را برای طراحی آموزشی در محیط‌های یادگیری چندرسانه‌ای خوب طراحی شده پیشنهاد کرده‌اند. تحقیقی در ارتباط با انتقال حل مسأله (یادگیری) و بار شناختی نشان داد که در شرایط معین با عرضه به

1. Schnotz & Kürschner
2. Mayer
3. Moreno
4. Clark & Paivio
5. Baddeley
6. Sweller
7. Van Merriënboer & Kester

صورت متن گفتاری و نوشتاری همزمان، در مقایسه با متن گفتاری به تنهایی، نتایج آزمون حل مسأله فراگیران نزدیک به سه برابر بهتر شد (مورنو و میر، ۲۰۰۲)، در این مطالعات تصاویری نمایش داده نشده بود (اطلاعات حشو)، بنابراین نظام دیداری با اضافه بار همراه نشد. بارشناختی عبارت است از سطح تلاش مرتبط با فکر کردن و استدلال (از جمله ادراک، حافظه، زبان و غیره) وقتی به صورت بالقوه با سایر فرایندهای شناختی تداخل پیدا می‌کند، به عبارت دیگر بارشناختی، باری است که در قالب اطلاعات وارده به حافظه فعال در کنار اطلاعات آماده پردازش دیگر در حافظه نگه داشته می‌شود (سولر، ۲۰۰۳). مایر و ویتروک^۱ (۱۹۹۶) یادگیری معنی دار را به عنوان درک عمیق مطالب، که شامل توجه به جنبه‌های مهم مطالب ارائه شده، سازماندهی ذهنی آن در قالب یک ساختار شناختی منسجم و یک پارچه‌سازی آن با دانش موجود مرتبط است، تعریف می‌کنند. براساس اصول طراحی آموزشی چندرسانه‌ای ون مرینبور و کستر (۲۰۰۵)، مثلاً در اصل انسجام، بهترین نتایج یادگیری زمانی تحقق می‌یابد که در دروس الکترونیکی ابزارهای بصری نامربوط حداقل باشد، موسیقی متن و صداها پیرامونی نداشته باشد و متن نوشتاری آن موجز باشد. به عبارت دیگر، مفید و مختصر باشد. دلیل آن این است که با بهره‌گیری از رویکرد کمینه که از تحمیل بار اضافه به حافظه فعال اجتناب می‌ورزد، گنجایش بیشتری از حافظه برای فرآیندهای مرور آزاد می‌ماند که به تحقق یادگیری می‌انجامد (کریم‌زادگان مقدم و جلال زاده، ۱۳۸۸). به طور مختصر به مبانی تجربی تأثیر اصول طراحی بر یادگیری اشاره می‌شود. پاس^۲ و ون مرینبور (۱۹۹۴)، یادگیری از مثال‌های حل شده، در مسأله‌های حسابی که در بافت‌هایی با تغییرپذیری بالا و پایین گنجانده شده بودند را مطالعه کردند. زمانی که تغییرپذیری بافت بالا بود نتایج یادگیری بهتر از زمانی بود که تغییرپذیری پایین است. پاس و مرینبور این نتایج یادگیری بهتر را به بار اضافی ناشی از تغییرپذیری بافت نسبت دادند. مک دانیل و دونلی^۳ (۱۹۹۶) در تحقیق خود دریافتند روش پرسیدن به عینیت بیشتر و تحقق یادگیری می‌انجامد. به بیان دقیق‌تر، افزودن پرسش، به کارگرفتن دانش جدید را بهبود می‌بخشید، هم‌چنین در تحقیقی، تعدادی از مطالعات جمع‌بندی شد و به این نتیجه رسیدند که فراگیران تعلیم دیده سؤال‌هایی طرح می‌کنند تا درکشان را از محتوای متن افزایش دهند (روزن‌شاین، میستر و چاپمن^۴، ۱۹۹۶). در تحقیقی خود توضیحی دانشجویان وقتی که مشغول خواندن مسائل حل شده فیزیک بودند، با هم مقایسه شدند. دانشجویانی که خود توضیحی بیشتری داشتند، ۸۶ درصد مسائل را درست

-
1. Wittrock
 2. Paas
 3. McDaniel & Donnelly
 4. Rosenshine, Meister & Chapman

پاسخ دادند، در حالی که دانشجویانی که خودتوضیحی معدودی داشتند، توانستند تنها به ۴۲ درصد مسائل پاسخ درست دهند (چی، ۲۰۰۰؛ چی، باسوک، لویز، ریمان و گلاسر^۱، ۱۹۸۹؛ چی، دی لیوو، چیو و لاونچر^۲، ۱۹۹۴). در مطالعه‌ای دیگر کستر، کرشنر و ون مرینبور (۲۰۰۶) دریافتند که یادگیری مطالب پیچیده برای حل مسأله زمانی بهتر صورت می‌گرفت که دانش اظهاری و دانش رویه‌ای به‌صورت جداگانه ارائه شوند. یادگیرندگانی که به‌صورت قطعه به قطعه با مطالب پیچیده مواجه می‌شدند (ارائه دانش اظهار شده و دانش رویه‌ای در زمان‌های جداگانه) در مقایسه با یادگیرندگانی که همان مطالب را به‌صورت همزمان دریافت می‌کردند در آزمون انتقال نمرات بالاتر و در آزمون تلاش‌ذهنی نمرات پایین‌تری گرفتند. لی و کالیوگا^۳ (۲۰۱۱)، تأثیر حشو چندرسانه‌ای را در استفاده از سیستم آوانگاری مبتنی بر الفبا، به‌منظور یادگیری زبان چینی بررسی کردند. فعالیت اصلی در آموزش زبان چینی با کمک سیستم آوانگاری مبتنی بر الفبا، این است که حروف چینی (اطلاعات تصویری)، سیستم آوانگاری مبتنی بر الفبا (اطلاعات دیداری - کلامی) و تلفظ حروف (اطلاعات حشو شنیداری کلامی)، به‌صورت همزمان ارائه می‌شوند که اطلاعات حشو بر یادگیری تأثیر منفی داشت. هم‌چنین شونک، رینکل، سالدن و آلون^۴ (۲۰۱۱)، بر تأثیرات حمایت تکلیف مثال‌های حل‌شده تمرکز کردند که در تحقیق آن‌ها مثال‌های حل‌شده (حمایت بالا) نسبت به مسأله‌های مرسوم (حمایت پایین) نتایج یادگیری بهتری را به‌دست دادند. به بیان دیگر، رویکردهای چندرسانه‌ای به یادگیری نشان داده‌اند که یادگیری با استفاده از بازنمایی‌های چندگانه (ترکیبی از بازنمایی‌های کلامی و تصویری) می‌تواند یادگیری عمیق را تقویت کند (مایر، ۲۰۰۹؛ شونتز^۵، ۲۰۰۵). براین اساس، مطالعات تجربی مختلف نشان دادند که یادگیری دانش‌آموزان از مطالب چندرسانه‌ای خوب طراحی شده شامل متن و تصویر، عمیق‌تر از یادگیری آن‌ها از متن به تنهایی می‌باشد (کارنی و لوین^۶، ۲۰۰۲). در یک سری از مطالعات صورت گرفته، دانشجویان در زمانی که توضیحات علمی به‌صورت انیمیشن و روایت ارائه می‌شد، در مقایسه با زمانی که آن‌ها به‌صورت انیمیشن و متن روی صفحه نمایش همان توضیحات را دریافت می‌کردند، عملکرد بهتری را در زمینه آزمون‌های انتقال حل مسأله از خود نشان دادند (مایر و مورنو، ۱۹۹۸، آزمایشات ۱ و ۲، مورنو و مایر، ۱۹۹۹، آزمایشات ۲ و ۱، مورنو،

1. Chi, Bassok, Lewis, Reimann & Glaser
2. Chi, De Leeuw, Chiu & LaVancher
3. Lee & Kalyuga
4. Schwonke, Renkl, Salden & Alevon
5. Schnotz
6. Carney & Levin

اثربخشی رعایت اصول طراحی آموزشی (۱۴ اصل چندرسانه‌ای ون مرینبور و کستر)...

مایر، اسپیرز^۱، ۲۰۰۱، آزمایشات ۵ و ۴، مایر و چندلر، ۲۰۰۱، آزمایش ۲). در تحقیقات دیگر، دانش‌آموزان پس از دریافت یک انیمیشن روایت‌دار مختصر و مفید در مقایسه با انیمیشن روایت‌دار پر شاخ و برگ، عملکرد بهتری را در آزمون‌های انتقال حل مسأله از خود بروز دادند (مایر، هیسر و لون^۲، ۲۰۰۱، آزمایشات ۱ و ۳ و ۴، مورنو و مایر، ۲۰۰۰، آزمایشات ۱ و ۲). در راستای این تحلیل، مورنو و مایر (۱۹۹۹، آزمایش ۱) دریافتند یادگیرندگانی که از ارائه‌های یکپارچه استفاده کردند (شامل یک انیمیشن با متن یکپارچه شده در آن) در آزمون‌های انتقال حل مسأله بعدی، بهتر از دانش‌آموزانی عمل نمودند که از ارائه جدا شده (شامل انیمیشن و متن جداگانه روی صفحه نمایش) استفاده کردند. در یک مجموعه‌ای از مطالعات دیگر (مایر و دیگران، ۲۰۰۱، آزمایشات ۱ و ۲)، دانش‌آموزانی که از ارائه‌های غیر حشو برای یادگیری آن‌ها استفاده شده بود، در مقایسه با یادگیرندگانی که از ارائه حشو در مورد آن‌ها انجام گرفته بود در آزمون‌های انتقال حل مسأله عملکرد بهتری از خود نشان دادند (مورنو و مایر، ۲۰۰۲، آزمایشات ۱ و ۳). زمانی که هیچ انیمیشنی ارائه نمی‌شود، دانش‌آموزان از ارائه همزمان روایت و متن روی صفحه نمایش (حشو کلامی) بهتر یاد می‌گیرند تا از ارائه روایت صرف. به‌علاوه دانش‌آموزانی که برای یادگیری آن‌ها از ارائه همزمان انیمیشن و روایت متناظر) استفاده شده بود، در مقایسه با دانش‌آموزانی که برای یادگیری آن‌ها از ارائه متوالی (یعنی ارائه کامل انیمیشن قبل از یا بعد از ارائه روایت کامل) بهره گرفته بودند عملکرد بهتری را در آزمون‌های انتقال حل مسأله از خود نشان دادند (مایر و اندرسون، ۱۹۹۱، آزمایشات ۱ و ۲، مایر و اندرسون، ۱۹۹۲، آزمایشات ۱ و ۲، مایر، مورنو، بویر، واگ^۳، ۱۹۹۹، آزمایشات ۱ و ۲، مایر و سیمس^۴، ۱۹۹۴، آزمایشات ۱ و ۲). نتیجه تحقیقی دیگر حاکی از این است که تأثیر دو نیم شدن توجه زمانی اتفاق می‌افتد که توجه یادگیرندگان باید میان بیش از دو منبع مختلف تقسیم شود و آن‌ها را به‌منظور درک مطالب یکپارچه نماید. بنابراین، پیشگیری از دو نیمه شدن توجه باعث کاهش بار شناختی می‌شود (یونگ، جین، سولر^۵، ۱۹۹۸). مشاهده شده است که این عامل یکی از مشکلات عمده در برخی از طرح‌های آموزشی است که باعث بروز تداخل در یادگیری مؤثر می‌شود (چندلر، سولر، ۱۹۹۲، ۱۹۹۱، سولر و چندلر، ۱۹۹۴، ۱۹۹۱) در نتیجه دو نیمه شدن توجه، بار شناختی افزایش یافته، و یادگیری تضعیف می‌شود. اهمیت انجام موضوع حاضر در این است که در بسیاری از موضوعات یادگیری در محیط‌های یادگیری چندرسانه‌ای، فرایندهای شناختی انسان

1. Moreno, Mayer & Spires
2. Mayer, Heiser & Lonn
3. Mayer, Moreno, Boire & Vagge
4. Mayer & Sims
5. Yeung, Jin & Sweller

نادیده گرفته شده است. لذا، یادگیری بهینه صورت نمی‌گیرد و طراحان محیط‌های یادگیری چندرسانه‌ای، باید اصولی را برای طراحی به‌کار گیرند که از تحمیل اضافه بار به یادگیرنده جلوگیری به‌عمل آورد و یادگیری او را تسهیل نماید. هم‌چنین از محدودیت‌های مطالعات انجام شده در گذشته این است که تمام آن‌ها با آموزش‌های چندرسانه‌ای کوتاه در مورد موضوعات فنی خوب تعریف شده از قبیل هندسه (موسوی و دیگران، ۱۹۹۵؛ جیونگ و دیگران، ۱۹۹۷)؛ تبیین-های علمی نحوه شکل‌گیری صاعقه (مایر و مورنو، ۱۹۹۸؛ مورنو و مایر، ۱۹۹۹) و مهندسی برق (کالیوگا و دیگران، ۱۹۹۹؛ تیندال-فورد، چندلر و سولر^۱، ۱۹۹۷) پرداخته‌اند. این نکته باعث طرح این سؤال می‌شود که آیا می‌توان آن را در آموزش‌های چندرسانه‌ای خارج از حوزه فنی و طولانی‌تر نیز نشان داد؟ به‌همین خاطر، محققان در این پژوهش درس آمار را به‌عنوان محتوای مورد آموزش به گروه گواه و آزمایش انتخاب کرده‌اند. چون این درس هم از یک ساختار سلسله‌مراتبی برخوردار است و خارج از حوزه‌های فنی است. در این مقاله، نحوه طراحی آموزش چندرسانه‌ای براساس ۱۴ اصل چندرسانه‌ای ون مرینبور و کستر (۲۰۰۵) و تأثیر آن بر یادگیری ارائه شده است. از این‌رو سؤال اصلی در مقاله حاضر این است که آیا رعایت اصول طراحی آموزشی بر یادگیری و یادداری تأثیر دارد؟

روش پژوهش

روش پژوهش آزمایشی از نوع طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل می‌باشد. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه دانشجویان رشته علوم تربیتی دانشگاه پیام نور مرکز بوکان می‌باشد که تعداد آن‌ها ۵۴۰ نفر بود. نمونه پژوهش شامل ۱۸۰ نفر (۱۱۰ مرد و ۷۰ زن) می‌باشد که در دو گروه آزمایش (۵۵ مرد و ۳۵ زن) و کنترل (۵۵ مرد و ۳۵ زن) به شیوه نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شدند. ابزار پژوهش شامل مقیاس محقق ساخته میزان یادگیری می‌باشد که به صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون بر روی دانشجویان اجرا شد.

شیوه گردآوری اطلاعات

در پژوهش حاضر آموزش چندرسانه‌ای (مبتنی بر وب) درس آمار براساس مدل طراحی آموزشی اصول چهارده‌گانه ون مرینبور (۲۰۰۵) تهیه شده است که عبارتند از: ۱- اصل توالی یا تسلسل^۲: (ارائه مطالب از ساده به پیچیده)، ۲- اصل انسجام^۳: (حذف مطالب جذاب اما نامرتب یا

1. Tindall-Ford, Chandler & Sweller
2. Sequencing principle
3. Coherence principle

اثر بخشی رعایت اصول طراحی آموزشی (۱۴ اصل چند رسانه‌ای ون مرینبور و کستر)...

قبیل موسیقی پس زمینه، کلیپ‌های ویدئویی و ... موجب یادگیری بهتر می‌شود) ۳- اصل تغییرپذیری^۱: (تکالیف یادگیری به اندازه کافی از یکدیگر متفاوت باشند)، ۴- اصل شخصی‌سازی^۲ (انتخاب تکالیف یادگیری براساس ویژگی‌های فردی یادگیرنده)، ۵- اصل مثال-های حل شده^۳: (ارائه مثال‌های حل شده به همراه راه‌حل آن‌ها)، ۶- اصل استراتژی تکمیل^۴: (ارائه تکالیف کامل کردنی که بخشی از راه‌حل را به یادگیرندگان ارائه می‌دهند تا آن‌ها را تکمیل کنند)، ۷- اصل حشو^۵: (ارائه اطلاعات زاید «غیرضروری اضافی» به یادگیرندگان)، ۸- اصل خودتوضیحی^۶: (یادگیرنده گام‌های یک راه‌حل را از طریق مثال‌های حل شده برای خود توضیح می‌دهد)، ۹- اصل خود-سرعتی^۷: (واگذار کردن سرعت آموزش به یادگیرنده)، ۱۰- اصل توجه دو نیمه زمانی^۸: (ارائه اطلاعات به صورت همزمان و نه در دو زمان مختلف مثلاً ارائه همزمان انیمیشن با روایت)، ۱۱- اصل توجه دونیمه فضایی^۹: (ترکیب کردن منابع اطلاعاتی مختلف در یک منبع یکپارچه)، ۱۲- اصل علامت‌دهی^{۱۰}: (متمرکز کردن توجه یادگیرنده بر روی جنبه‌های اساسی تکلیف یادگیری از طریق برجسته کردن بخشی از تصویر)، ۱۳- اصل وجهی^{۱۱} (ارائه دوحالته متن شنیداری و روایت برای نمودارها در مقایسه با ارائه تک حالتی فقط بصری یادگیری بهتری را به دنبال دارد)، ۱۴- اصل سیالیت مؤلفه^{۱۲} (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. سی‌دی‌های آموزشی (وب سایت آموزشی) با یک مقدمه متنی کوتاه جهت آشنایی با این مدل شروع می‌شود. در ادامه محتوای طراحی شده مبتنی بر اصول چهارده‌گانه به چهار واحد آموزشی کوچک تقسیم، به گونه‌ای که هر کدام از واحدهای آموزشی کوچک به یک بخش خاص از محتوا اختصاص داده می‌شود. مدت زمان اختصاص یافته برای مطالعه هر چهار واحد آموزشی کوچک حدود ۴۰ دقیقه بود. البته توضیحات فوق در مورد گروه گواه به وسیله سی دی طراحی شده بدون توجه به اصول چهارده‌گانه طراحی آموزشی نیز اجرا

-
1. Variability principle
 2. Individualization principle
 3. worked examples principle
 4. Completion-strategy principle
 5. Redundancy principle
 6. Self-explanation principle
 7. Self-pacing principle
 8. Temporal split-attention principle
 9. Spatial split-attention principle
 10. Signaling principle
 11. Modality principle
 12. Component-fluency principle

شده است. قبل از آموزش درس آمار با استفاده از اصول طراحی آموزشی پیش آزمون یادگیری و یادداری که تعداد سوالات آن‌ها ۲۰ سوال بود، بر روی دو گروه آزمایش و کنترل اجرا شد. بعد آزمایش در ۸ جلسه حدوداً ۱ ساعته انجام شد، که در هر جلسه بین ۱ تا ۲۰ نفر دانشجوی به صورت همزمان مورد ارزیابی قرار گرفتند. این جلسات در آزمایشگاه چندرسانه‌ای که دارای ۲۰ سیستم کامپیوتری و وصل به شبکه دانشگاه، برگزار شد. زمانی که دانشجویان وارد سایت کامپیوتر می‌شدند به صورت تصادفی هرکدام برای استفاده از یکی از سیستم‌ها تقسیم‌بندی شدند. بعد در پایان پس آزمون یادگیری روی دانشجویان اجرا شد. برای پس آزمون یادداری بعد از ۲۰ روز دوباره آزمون مقیاس یادگیری روی دانشجویان اجرا شد.

ویژگی فنی ابزارها: با توجه به مرور متون و کسب راهنمایی از متخصصین سنجش و آمار، نسبت به محتوای آموزشی و سؤالاتی که سطح آگاهی افراد را راجع به محتوای آموزشی می‌سنجیدند، محتوا و سؤالات پیش‌آزمون و پس‌آزمون طراحی گردیدند. بعد از مطالعه و بازبینی محتوا و سؤالات توسط متخصصین، اصلاحات لازم انجام شد و روایی صوری و محتوایی، محتوا و سؤالات پیش‌آزمون و پس‌آزمون مورد تأیید صاحب‌نظران حوزه‌های یاد شده قرار گرفت.

روایی صوری و محتوایی نرم‌افزار تهیه شده براساس اصول چهارده‌گانه نیز بوسیله طراحی یک پرسشنامه ۷۲ سؤالی توسط محقق مورد بررسی قرار گرفت بدین صورت که ابتدا نرم‌افزار آموزشی به‌وسیله خود محقق و متخصصین نرم‌افزاری براساس ۱۴ اصل ساخته شد و نرم‌افزار آموزشی به‌همراه پرسشنامه ۷۲ سؤالی طراحی شده براساس ۱۴ اصل به متخصصین سنجش و چندرسانه تحویل داده شد تا سوالات و نرم‌افزار را از لحاظ روایی صوری و محتوایی بررسی کنند که بعد از یک سری اصلاحات، روایی صوری و محتوایی نرم‌افزار و پرسشنامه مورد تأیید صاحب‌نظران حوزه‌های یاد شده قرار گرفت.

روایی درونی پرسشنامه ساخته شده براساس اصول چهارده‌گانه به‌کار برده شده در نرم‌افزار آموزشی از طریق آلفای کرونباخ ۰/۹۴ به‌دست آمد که این نشان‌دهنده اعتبار بالای نرم‌افزار آموزشی چندرسانه‌ای طراحی شده می‌باشد. همچنین برای سنجش روایی بیرونی پرسشنامه مربوط به نرم‌افزار از روش بازآزمایی استفاده شد. بدین صورت که قبل از اجرای کار اصلی، از طریق نرم‌افزار آموزشی مبتنی بر ۱۴ اصل، ۳۰ نفر آموزش داده شد و در پایان آموزش پرسشنامه مربوط به نرم‌افزار در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت. و بعد از ۱۵ روز همان گروه دوباره از طریق نرم‌افزار آموزشی مبتنی بر ۱۴ اصل مجدداً آموزش داده شدند و به همان ترتیب دوباره پرسشنامه مربوط به نرم‌افزار در اختیار آن‌ها قرار گرفت. ضریب همبستگی به‌دست آمده از اعتبار بازآزمایی ۰/۸۱ درصد می‌باشد.

اثربخشی رعایت اصول طراحی آموزشی (۱۴ اصل چندرسانه‌ای ون مرینیور و کستر)...

برای تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی (فراوانی، میانگین و انحراف استاندارد) و آمار تحلیلی (تحلیل کوواریانس چندمتغیره) استفاده شده است.

یافته‌ها

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیر یادگیری

و یادداری در گروه آزمایش و کنترل

نوع آزمون	متغیر	گروه	میانگین	انحراف استاندارد
پیش آزمون	یادگیری	آزمایش	۲/۱۴	۱/۱۲
		کنترل	۲/۰۲	۱/۰۰
پس آزمون	یادگیری	آزمایش	۱۵/۲۵	۲/۵۱
		کنترل	۸/۶۲	۱/۷۶
پیش آزمون	یادداری	آزمایش	۲/۱۴	۱/۱۲
		کنترل	۲/۰۲	۱/۰۰
پس آزمون	یادداری	آزمایش	۱۳/۵۷	۲/۳۴
		کنترل	۷/۰۰	۱/۷۳

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد پیش‌آزمون و پس‌آزمون یادگیری و یادداری

به تفکیک جنسیت

نوع آزمون	متغیر	جنسیت	گروه	میانگین	انحراف استاندارد
پیش آزمون	یادگیری	مرد	آزمایش	۱/۸۸	۱/۰۷
		زن	آزمایش	۲/۳۰	۱/۱۳
		مرد	کنترل	۲/۰۵	۰/۹۰
		زن	کنترل	۲/۰۸	۱/۰۷
پس آزمون	یادگیری	مرد	آزمایش	۱۵/۱۷	۲/۱۰
		زن	آزمایش	۱۵/۳۰	۲/۷۶
		مرد	کنترل	۸/۴۲	۲/۰۰
		زن	کنترل	۸/۷۴	۱/۶۰
پیش آزمون	یادداری	مرد	آزمایش	۱/۸۸	۱/۰۷
		زن	آزمایش	۲/۳۰	۱/۱۳
		مرد	کنترل	۲/۰۵	۰/۹۰
		زن	کنترل	۲/۰۸	۱/۰۷
پس آزمون	یادداری	مرد	آزمایش	۱۳/۴۵	۲/۲۲
		زن	آزمایش	۱۳/۶۵	۲/۴۳
		مرد	کنترل	۶/۸۲	۱/۹۳
		زن	کنترل	۷/۱۰	۱/۶۰

جدول ۳. تایید تحلیل کوواریانس چندمتغیره تاثیر رعایت اصول طراحی آموزشی بر یادگیری و یادداری در گروه آزمایش و کنترل

منابع تغییرات	لامبدای ویلکز	F	درجه آزادی	سطح معناداری
عرض از مبدا	۰/۱۳	۵/۷۰	۲	$P \leq 0/01$
گروه	۰/۲۷	۲/۳۸	۲	$P \leq 0/01$

جدول ۲ نشان می‌دهد که رعایت اصول طراحی آموزشی در مطالب بر روی یادگیری و یادداری در گروه آزمایش تاثیر دارد. بدین معنی که رعایت اصول طراحی آموزشی به‌عنوان متغیر مستقل بر روی یادگیری و یادداری تاثیر مثبتی دارد. بررسی معنی‌داری تاثیر رعایت اصول طراحی آموزشی بر یادگیری و یادداری به‌طور جداگانه در جدول تحلیل واریانس آمده است.

جدول ۴. تحلیل کوواریانس چندمتغیره برای بررسی معنی‌داری رعایت اصول طراحی آموزشی بر هریک از متغیرهای یادگیری و یادداری در دو گروه آزمایش و کنترل

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	معنی داری
یادگیری	مدل	۲	۱۰۶۳/۱۲	۲۲۴/۰۱	$P \leq 0/01$
	عرض از مبدا	۱	۵۳۶۲/۳۱	۱۱۳/۱۳	$P \leq 0/01$
	گروه	۱	۱۹۷۶/۲۲	۴۱۶/۴۲	$P \leq 0/01$
	پیش آزمون	۱	۲۱۸/۴۹	۴۶/۰۴	$P \leq 0/01$
	خطا	۱۷۷	۴/۷۴		
یادداری	مدل	۲	۱۰۲۷/۱۰	۲۴۰/۰۹	$P \leq 0/01$
	عرض از مبدا	۱	۳۸۳۳/۹۶	۸۹۶/۲۲	$P \leq 0/01$
	گروه	۱	۱۹۳۶/۱۶	۴۵۲/۵۹	$P \leq 0/01$
	پیش آزمون	۱	۱۷۸/۸۶	۴۱/۸۱	$P \leq 0/01$
	خطا	۱۷۷	۴/۲۷		

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود رعایت اصول طراحی آموزشی بر یادگیری و یادداری با کنترل اثر پیش‌آزمون در دو گروه کنترل و آزمایش، در سطح $P \leq 0/01$ مورد تایید قرار گرفت. این بدین معنی است که رعایت اصول طراحی آموزشی در مطالب گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل بر یادگیری و یادداری آن‌ها تاثیر مثبتی می‌گذارد.

اثربخشی رعایت اصول طراحی آموزشی (۱۴ اصل چندرسانه‌ای ون مرینیور و کستر)...

جدول ۵. تایید تحلیل کوواریانس چند متغیره تاثیر رعایت اصول طراحی آموزشی بر یادگیری و یادداری به تفکیک جنسیت

منابع تغییرات	لامبدای ویلکز	F	درجه آزادی	سطح معناداری
عرض از مبدا	۰/۱۳	۵/۵۸	۲	$P \leq 0/01$
جنسیت	۰/۲۶	۵۳/۸۸	۲	$P \leq 0/01$

جدول ۵ نشان می‌دهد که رعایت اصول طراحی آموزشی در مطالب بر روی یادگیری و یادداری مردان و زنان گروه آزمایش و کنترل تاثیر متفاوتی دارد. بدین معنی که رعایت اصول طراحی آموزشی به‌عنوان متغیر مستقل بر روی یادگیری و یادداری مردان و زنان گروه آزمایش و کنترل تاثیر مثبتی ($P \leq 0/01$) دارد. بررسی معنی‌داری تاثیر رعایت اصول طراحی آموزشی بر یادگیری و یادداری به‌طور جداگانه در جدول تحلیل واریانس آمده است.

جدول ۶. تحلیل کوواریانس چندمتغیره برای بررسی معنی‌داری رعایت اصول طراحی آموزشی بر هریک از متغیرهای یادگیری و یادداری به تفکیک جنسیت

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	معنی داری
یادگیری	مدل	۲۱۲۸/۸۷	۴	۵۳۲/۲۱	$P \leq 0/01$
	عرض از مبدا	۵۲۹۲/۵۹	۱	۵۲۹۲/۵۹	$P \leq 0/01$
	جنسیت	۱۹۸۷/۸۵	۳	۶۵۹/۸۵	$P \leq 0/01$
	پیش‌آزمون	۲۱۶/۳۸	۱	۲۱۶/۳۸	$P \leq 0/01$
	خطا	۸۳۷/۳۶	۱۷۵	۴/۷۸	
یادداری	مدل	۲۰۵۶/۵۶	۴	۵۱۴/۱۴	$P \leq 0/01$
	عرض از مبدا	۳۷۸۴/۳۹	۱	۳۷۸۴/۳۹	$P \leq 0/01$
	جنسیت	۱۹۳۸/۵۲	۳	۶۴۶/۱۷	$P \leq 0/01$
	پیش‌آزمون	۱۷۷/۶۹	۱	۱۷۷/۶۹	$P \leq 0/01$
	خطا	۷۵۴/۸۲	۱۷۵	۴/۳۱	

همان‌طور که در جدول ۶ نشان داده شده است رعایت اصول یادگیری آموزشی بر یادگیری و یادداری زنان و مردان گروه آزمایش و کنترل $P \leq 0/01$ تاثیر معناداری دارد. این بدین معنی است که رعایت اصول آموزشی بر یادگیری و یادداری زنان و مردان دو گروه تاثیر متفاوتی دارد، که این تاثیر ناشی از متغیر مستقل (اصول یادگیری) است.

برای بررسی تفاوت بین مردان و زنان دو گروه از آزمون تعقیبی کمترین تفاوت معنادار استفاده می‌کنیم که در جدول زیر آمده است.

جدول ۹. نتیجه آزمون بانفرونی برای مقایسه دو به دوی گروه‌ها بر حسب نمره یادگیری و یادداری

متغیر	گروه ۱	گروه ۲	تفاوت میانگین دو گروه	خطای انحراف استاندارد	سطح معناداری
یادداری	مرد آزمایش	زن آزمایش	-۰/۱۷	۰/۴۵	۱
		مرد کنترل	۶/۶۳	۰/۴۹	۰/۰۰۱
		زن کنترل	۶/۳۵	۰/۴۴	۰/۰۰۱
	زن آزمایش	مرد آزمایش	۰/۱۷	۰/۴۵	۱
		مرد کنترل	۶/۸۱	۰/۴۵	۰/۰۰۱
		زن کنترل	۶/۵۲	۰/۳۹	۰/۰۰۱
	مرد کنترل	مرد آزمایش	-۶/۶۳	۰/۴۹	۰/۰۰۱
		زن آزمایش	-۶/۵۲	۰/۴۵	۰/۰۰۱
		زن کنترل	-۰/۲۸	۰/۴۴	۱
	زن کنترل	مرد آزمایش	-۶/۳۵	۰/۴۴	۰/۰۰۱
		زن آزمایش	-۶/۵۲	۰/۳۹	۰/۰۰۱
		مرد کنترل	۰/۲۸	۰/۴۴	۱
یادگیری	مرد آزمایش	زن آزمایش	-۰/۱۵	۰/۴۷	۱
		مرد کنترل	۶/۷۳	۰/۵۲	۰/۰۰۱
		زن کنترل	۶/۴۲	۰/۴۷	۰/۰۰۱
	زن آزمایش	مرد آزمایش	۰/۱۵	۰/۴۷	۱
		مرد کنترل	۶/۸۹	۰/۴۷	۰/۰۰۱
		زن کنترل	۶/۵۷	۰/۴۲	۰/۰۰۱
	مرد کنترل	مرد آزمایش	-۶/۷۳	۰/۵۲	۰/۰۰۱
		زن آزمایش	-۶/۸۹	۰/۴۷	۰/۰۰۱
		زن کنترل	-۰/۳۱	۰/۴۷	۰/۰۰۱
	زن کنترل	مرد آزمایش	-۶/۴۲	۰/۴۷	۰/۰۰۱
		زن آزمایش	-۶/۵۷	۰/۴۲	۰/۰۰۱
		مرد کنترل	۰/۳۱	۰/۴۷	۱

اثربخشی رعایت اصول طراحی آموزشی (۱۴ اصل چندرسانه‌ای ون مرینبور و کستر)...

در متغیر یادداری بین مردان گروه آزمایش با زنان تفاوت معنادار به دست نیامد. بین مردان گروه آزمایش با زنان و مردان گروه کنترل در متغیر یادداری در سطح $(P \leq 0/01)$ تفاوت معناداری به دست آمد. همچنین بین زنان گروه آزمایش با زنان و مردان گروه کنترل در سطح $(P \leq 0/01)$ تفاوت معناداری به دست آمد که این تفاوت ناشی از تاثیر رعایت اصول طراحی آموزشی می‌باشد. همچنین بین مردان و زنان گروه کنترل در متغیر یادداری تفاوت معناداری به دست نیامد. بین مردان گروه آزمایش و زنان گروه آزمایش در متغیر یادگیری تفاوت معناداری به دست نیامده است، چون هر دو گروه رعایت اصول طراحی آموزشی را به طور یکسانی دریافت کرده‌اند. اما بین مردان گروه آزمایش با زنان و مردان گروه کنترل در متغیر یادگیری در سطح $(P \leq 0/01)$ و همچنین بین زنان گروه آزمایش با زنان و مردان گروه کنترل تفاوت معناداری در سطح $(P \leq 0/01)$ به دست آمده است که این تفاوت ناشی از تاثیر رعایت اصول طراحی آموزشی می‌باشد. بین مردان و زنان گروه کنترل در متغیر یادگیری تفاوت معنادار به دست نیامده است.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که رعایت اصول طراحی آموزشی بر یادگیری و یادداری در محیط‌های یادگیری چندرسانه‌ای تاثیر معنی‌داری دارد. گروه آزمایش پس از اجرای منظم اصول طراحی آموزشی (۱۴ اصل) نسبت به گروه کنترل در یادگیری و یادداری مطالب (درس آمار در این پژوهش) بهتر عمل کردند، که با نتایج تحقیقات پاس و ون مرینبور (۱۹۹۴)، مک دانیل و دونلی (۱۹۹۶)، روزنشین، میستر و چاپمن، (۱۹۹۶)، چی (۲۰۰۰)، چی، باسوک، لویز، ریمان و گلاسر (۱۹۸۹)، چی، دی لیوو، چیو و لاونچر (۱۹۹۴)، کستر، کرشنر و ون مرینبور (۲۰۰۶)، لی و کالیوگا (۲۰۱۱)، شونک، رینکل، سالدن و آلون (۲۰۱۱)، مایر (۲۰۰۹) شونتز (۲۰۰۵)، کارنی و لوین (۲۰۰۲)، مایر و مورنو (۱۹۹۸)، مورنو، مایر، اسپیرز (۲۰۰۱)، مایر، هیسر و لون (۲۰۰۱)، کالیوگا و دیگران (۱۹۹۹)، و تیندال-فورد و دیگران (۱۹۹۷) منطبق است و حاکی از آن است که رعایت اصول طراحی آموزشی بر افزایش یادگیری و یادداری تاثیر مثبتی دارند. در توجیه این مطلب می‌توان گفت که برای یادگیرندگان تازه کار، یک محیط تکلیف با جزئیات زیاد، اغلب شامل جزئیات نامرتب است که ممکن است یادگیری را دشوار نمایند. اصل انسجام با این یافته هماهنگ است که حذف مطالب جذاب اما نامرتب از قبیل موسیقی پس زمینه، ویدئو کلیپ‌های غیرضروری از یک برنامه آموزشی موجب یادگیری بهتر می‌شود، همچنین مایر، هیسر و لون (۲۰۰۱)، مورنو و مایر (۲۰۰۰) نشان دادند که دانش‌آموزان پس از دریافت یک انیمیشن روایتی کوتاه به جای یک انیمیشن روایتی در آزمون‌های یادگیری بهتر عمل می‌کنند. همچنین پولاک، چندلر و سولر (۲۰۰۲) دریافتند که برای مطالب دارای تعامل‌پذیری بالا در میان اجزا، ارائه

عناصر مجزا در ابتدا و سپس ارائه عناصر به هم مرتبط (اصل توالی)، بهتر از ارائه همزمان تمامی عناصر است. براساس یافته‌های کولیچی و مایر (۱۹۹۶) و پاس و ون مرینیور (۱۹۹۴) تکالیف یادگیری باید به اندازه کافی از یکدیگر متفاوت باشند (اصل تغییرپذیری)، تا امکان ساخت طرحواره‌های کلی انتزاعی که انتقال یادگیری را فراهم می‌سازند، باشند. همچنین آنها نشان دادند که تغییرپذیری بالا در میان تکالیف یادگیری با بهترین انتقال در عملکرد آزمون همراه است. براساس اصل فردی‌سازی، سیستم‌های یادگیری انطباقی که به صورت پویا، تکالیف یادگیری را براساس ویژگی‌های فردی یادگیرنده انتخاب می‌کنند، در مقایسه با سیستم‌های آموزشی غیرانطباقی که یک توالی ثابت از تکالیف یکسان برای تمامی یادگیرندگان را ارائه می‌دهند، یادگیری بالاتری را به همراه دارند (سالدن، پاس و ون مرینیور، زیر چاپ). براساس اصل مثال‌های حل شده حتی اجرای تکلیف یادگیری در یک محیط با جزئیات نامرتبط کم برای یادگیرندگان تازه‌کار دشوار است. یک راه برای کمک به یادگیرندگان، فراهم آوردن مثال‌های حل شده فرایند مدار می‌باشد که یادگیرندگان را گام به گام در فرایند حل مسأله یا استدلال پیش می‌برند، که این فرایند باعث یادگیری بهتر می‌شود (ون گوگ، پاس و ون مرینیور، ۲۰۰۴). استراتژی تکمیل (ون مرینیور، ۱۹۹۰؛ ون مرینیور و دی کروک، ۱۹۹۲) با مثال‌های حل‌شده‌ای که باید توسط یادگیرندگان مطالعه شوند، شروع می‌شود و با تکالیف تکمیل کردنی که بخشی از راه‌حل را به یادگیرندگان ارائه می‌دهند تا آن‌ها را تکمیل کنند، ادامه می‌یابد و با تکالیف مرسوم که یادگیرندگان باید به طور مستقل کل راه‌حل را برای آنان ایجاد کنند، به پایان می‌رسد. بسیاری از مطالعات نشان می‌دهند که یادگیرندگان تازه کار از مطالعه مثال‌های حل شده (اتکنسیون، دری، رنکل و ورتمن، ۲۰۰۰) یا از انجام تکالیف نیمه حل شده (سولر، مرینیور و پاس، ۱۹۹۸) بیش از حل مسأله‌های مرسوم از همان سطح یاد می‌گیرند. براساس اصل حشو، ارائه اطلاعات زائد به‌طور معمول بر یادگیری تأثیر منفی دارد، ارائه اطلاعات زائد باعث افزایش بارشناختی می‌شود و در نتیجه یادگیری کاهش می‌یابد (سولر، ون مرینیور و پاس، ۱۹۹۸). رنکل (۱۹۹۹) اصل خودتوضیحی را در بافت یادگیری از روی مثال‌های حل شده معرفی نمود. براساس این اصل میزان توضیح گام‌های راه‌حل، در مثال‌های حل شده، پیش‌بینی‌کننده مناسبی برای نتایج یادگیری بوده و فراخوانی مستقیم خودتوضیحی از طریق ترغیب یادگیرندگان برای انجام این کار تأثیرات مفیدی بر یادگیری دارد. مایر و مورنو (۲۰۰۳)، نشان دادند یادگیرندگانی که امکان اعمال کنترل بر روی سرعت ارائه یک انیمیشن روایتی (اصل خود-سرعتی) را داشتند در مقایسه با یادگیرندگانی که همان انیمیشن روایتی را با سرعت طبیعی و بدون هیچ‌گونه کنترل یادگیرنده دریافت کردند، عملکرد بهتری در تکالیف یادگیری داشتند. اصل توجه دو نیمه زمان-

اثر بخشی رعایت اصول طراحی آموزشی (۱۴ اصل چند رسانه‌ای ون مرینبور و کستر)...

دار می‌گوید که یادگیری از منابع اطلاعاتی دارای ارجاع متقابل، در صورتی که این دو مرجع از لحاظ زمانی از یکدیگر جدا نباشند، یعنی چنانچه آن‌ها به صورت همزمان ارائه شوند، تسهیل می‌شود. این حالت در مورد ارائه همزمان انیمیشن و روایت متناظر با آن، در مقایسه با ارائه متوالی، با یادگیری بهتری همراه است (مایر و اندرسون، ۱۹۹۲). اصل توجه دو نیمه فضایی که «تأثیر مجاورت فضایی» (مایر و مورنو، ۲۰۰۳) نیز نامیده می‌شود، بر این یافته دلالت دارد که منابع اطلاعات دارای ارجاع متقابل که به لحاظ فیزیکی در فضا با یکدیگر یکپارچه شده‌اند، به یادگیری بالاتر منجر می‌شوند. تحقیقات گسترده‌ای انجام شده‌اند که نشان‌دهنده تأثیرات سودمند یکپارچه‌سازی تصاویر با توضیح متنی هستند: متنی که به تصویر اشاره دارد معمولاً به بخش‌های کوچک‌تر تقسیم شده است به طوری که می‌توان بخشی از متن را که به بخش خاصی از تصویر مربوط می‌شود به آن متصل ساخت یا آن را در همان تصویر جای داد (چندلر و سولر، ۱۹۹۱؛ چندلر و سولر، ۱۹۹۲؛ کالیوگا، چندلر و سولر، ۱۹۹۹). اصل علامت‌دهی یا متمرکز ساختن توجه اشاره می‌کند، در صورتی که توجه یادگیرنده بر روی جنبه‌های مهم تکلیف یادگیری یا اطلاعات ارائه شده متمرکز شود، یادگیری بهبود پیدا می‌کند. این کار نیاز به جستجوی بصری را کاهش داده و در نتیجه منابع شناختی را آزاد می‌گذارد تا بتوانند به ساخت طرحواره یا خودکار کردن طرحواره اختصاص یابند و تأثیرات مثبت این فرایند بر روی یادگیری آشکار می‌گردد. ماتون و مایر (۲۰۰۱) تأثیرات مثبت علامت‌دهی بر روی یادگیری در مورد متن چاپی، متن گفتاری و همچنین متن گفتاری با انیمیشن متناظر با آن را نشان دادند. اصل وجهی (روش) می‌گوید، که تکنیک‌های ارائه دو حالت از متن شنیداری یا روایت برای توضیح نمودارها، انیمیشن یا نمایش‌های بصری استفاده می‌کنند در مقایسه با ارائه‌های تک حالت مشابه که فقط از اطلاعات بصری استفاده می‌کنند یادگیری بهتری را به دنبال دارند. مورنو و مایر (۱۹۹۹) و تیندال فورد، چندلر و سولر (۱۹۹۷) در تحقیقات خود تأثیر این اصل را نشان داده‌اند. اصل سیالیت مؤلفه می‌گوید که تمرین و ممارست بر روی یک یا چند جنبه از جوانب روتین یک تکلیف، تأثیرات مثبتی بر یادگیری و اجرای کل تکلیف دارد. در نتیجه تمام ظرفیت شناختی موجود می‌تواند به جنبه‌های غیر روتین، حل مسأله و استدلال اجرای کل تکلیف اختصاص پیدا کند. کارلسون، سالیوان و اشناپدر (۱۹۸۹) و کارلسون، کوو والیوت (۱۹۹۰) شواهدی را برای اصل سیالیت مؤلفه به نشان دادند.

منابع

کلارک، روت کلون و میر، ریچارد ای. (۱۳۸۸). *یادگیری الکترونیکی و علم آموزش*. ترجمه داود کریم زادگان مقدم و زهرا جلال زاده، تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور.

- Atkinson, R. K.; Derry, S. J.; Renkl, A.; & Wortham, D. (2000). Learning from examples: Instructional principles from the worked examples research. *Review of Educational Research*, 70, pp. 181-214.
- Baddeley, A. (1998). *Human memory*. Boston: Allyn & Bacon.
- Carlson, R. A.; Khoo, H.; & Elliot, R. G. (1990). Component practice and exposure to a problem-solving context. *Human Factors*, 32, pp. 267-286.
- Carlson, R. A.; Sullivan, M. A.; & Schneider, W. (1989). Component fluency in a problem-solving context. *Human Factors*, 31, pp. 489-502.
- Carney, R. N. & Levin, J. R. (2002). Pictorial illustrations still improve students' learning from text. *Educational Psychology Review*, 14, pp. 5-26.
- Chandler, P. & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8, pp. 293-332.
- Chandler, P. & Sweller, J. (1992). The split-attention effect as a factor in the design of instruction. *British Journal of Educational Psychology*, 62, pp. 233-246.
- Chi, M. T. H.; De Leeuw, N.; Chiu, M.; & LaVancher, C. (1994). Eliciting self-explanations improves understanding. *Cognitive Science*, 18, pp. 439-477.
- Chi, M. T.H. (2000). Self-enplaning expository texts: The dual processes of generating inferences and repairing mental models. In R. Glaser (Eds.), *Advances in instructional psychology: Educational design and cognitive science*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Chi, M.T.H.; Bassok, M.; Lewis, M. W.; Reimann, P.; & Glaser, R. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, 13, pp. 145-182.
- Clark, J. M. & Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3, pp. 149-210.
- Kalyuga, S.; Chandler, P.; & Sweller, J. (1999). Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction. *Applied Cognitive Psychology*, 13, pp. 351-371.
- Kester, L.; Kirschner, P. A.; & Van Merriënboer, J. J.G. (2006). Just-in-time information presentation: Improving learning a troubleshooting skill. *Contemporary Educational Psychology*, 31, pp. 167-185.
- Lee, C. H. & Kalyuga, S. (2011). Effectiveness of on-screen pinyin in learning Chinese: An expertise reversal for multimedia redundancy effect. *Computers in Human Behavior*, 27, pp. 11-15.
- Mautone, P. D. & Mayer, R. E. (2001). Signaling as a cognitive guide in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 93, pp. 377-389.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. & Anderson, R. B. (1992). The instructive animation: Helping students build connections between words and pictures in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 84, pp. 444-452.
- Mayer, R. E. & Moreno, R. (1998). A split-attention effect in multimedia learning: Evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology*, 90, pp. 312-320.
- Mayer, R. E. & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia

- learning. *Educational Psychologist*, 38, pp. 43-52.
- Mayer, R. E. & Sims, V. K. (1994). For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding theory of multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 84, pp. 389-460.
- Mayer, R. E.; Heiser, J.; & Lonn, S. (2001). Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. *Journal of Experimental Psychology*, 93, pp. 187-198.
- Mayer, R. E.; Moreno, R.; Boire, M.; & Vagge, S. (1999). Maximizing constructivist learning from multimedia communications by minimizing cognitive load. *Journal of Educational Psychology*, 91, pp. 638-643.
- Mayer, R. E. & Anderson, R. B. (1991). Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 83, pp. 484-490.
- Mayer, R. E. & Chandler, P. (2001). When learning is just a click away: Does simple user interaction foster deeper understanding of multimedia messages? *Journal of Educational Psychology*, 93, pp. 390-397.
- Mayer, R. E. & Wittrock, M. C. (1996). Problem-solving transfer. In D. Berliner & R. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology*. New York: Macmillan, pp. 45-61.
- McDaniel, M.A. & Donnelly, M.C. (1996). Learning with analogy and elaborative interrogation. *Journal of Educational Psychology*, 88, pp. 508-519.
- Moreno, R. & Mayer, R. E. (1999). Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity. *Journal of Educational Psychology*, 91, pp. 358-368.
- Moreno, R. & Mayer, R. E. (2000). A coherence effect in multimedia learning: The case for minimizing irrelevant sounds in the design of multimedia instructional messages. *Journal of Experimental Psychology*, 94, pp. 117-125.
- Moreno, R. & Mayer, R. E. (2002). Verbal redundancy in multimedia learning: When reading helps listening. *Journal of Educational Psychology*, 94, pp. 156-163.
- Moreno, R.; Mayer, R. E.; & Spires, H. A. (2001). The case for social agency in computer-based multimedia learning: Do students learn more deeply when they interact with animated pedagogical agents? *Cognition and Instruction*, 19, pp. 177-214.
- Moreno, R. & Mayer, R. E. (2000). A coherence effect in multimedia learning: The case for minimizing irrelevant sounds in the design of multimedia instructional messages. *Journal of Educational Psychology*, 92, pp. 117-125.
- Mousavi, S. Y.; Low, R.; & Sweller, J. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of Educational Psychology*, 87, pp. 319-334.
- Paas, F. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 84, pp. 429-434.
- Paas, F. G. W. C.; Van Merriënboer, J. J. G.; & Adam, J. J. (1994). Measurement of cognitive load in instructional research. *Perceptual and Motor Skills*, 79, pp. 419-430.
- Paas, F. & Van Merriënboer, J. J. G. (1994). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 86, pp. 122-133.

- Paas, F.; Adam, J.J.; Janssen, G.M.E.; Vrencken, J.G.P.M.; & Bovens, A.M.P.M. (1994). Effects of a 10-months endurance training program on speeded perceptual-motor tasks. *Perceptual and Motor Skills*, 78, pp. 1267-1273.
- Paas, F.; Tuovinen, J.; Tabbers, H.; & Van Gerven, P. W. M. (2003b). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, 38, pp. 63-71.
- Paivio, A. (1986). *Mental representation: A dual coding approach*. New York: Oxford University Press.
- Pollock, E.; Chandler, P.; & Sweller, J. (2002). Assimilating complex information. *Learning and Instruction*, 12, pp. 61-86.
- Quilici, J. L. & Mayer, R. E. (1996). Role of examples in how students learn to categorize statistics word prob-lems. *Journal of Educational Psychology*, 88, pp. 144-161.
- Renkl, A. (1999). Learning mathematics from worked-out examples: Analyzing and fostering self-explanations. *European Journal of Psychology of Education*, 14, pp. 477-488.
- Richard E. M. & Roxana, M. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), pp. 43-52
- Rosenshine, B.; Meister, C.; & Chapman, S. (1996). Teaching students to generate questions: A review of the intervention studies. *Review of Educational Research*, 66(2), pp. 181-221.
- Salden, R. J. C. M.; Paas, F.; & Van Merriënboer, J. J. G. (in press). A comparison of approaches to learning task selection in the training of complex cognitive skills. *Computers in Human Behavior*.
- Schnotz, W. (2005). An integrated model of text and picture comprehension. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 49-69.
- Schnotz, W. & Kürschner, C. (2007). A Reconsideration of cognitive load theory, *Educational Psychology Review*, 19:469-508.
- Schwonke, R.; Renkl, A.; Salden, R. J. C. M.; & Aleven, V. (2011). Effects of different ratios of worked solution steps and problem solving opportunities on cognitive load and learning outcomes. *Computers in Human Behavior*, 27, pp. 58-62.
- Sweller, J. (2004). Instructional design consequences of an analogy between evolution by natural selection and human cognitive architecture. *Instructional Science*, 32, pp. 9-31.
- Sweller, J. & Chandler, P. (1991). Evidence for cognitive load theory. *Cognition and Instruction*, 8(4), pp. 351-362.
- Sweller, J. & Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction*, 12(3), pp. 185-233.
- Sweller, J. (2003). Evolution of human cognitive architecture. *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory*, 43, pp. 12- 30.
- Sweller, J.; Van Merriënboer, J. J. G.; & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, pp. 251-296.
- Tindall-Ford, S.; Chandler, P.; & Sweller, J. (1997). When two sensory modes are better than one. *Journal of Experimental Psychology Applied*, 3, pp. 257-287.

اثر بخشی رعایت اصول طراحی آموزشی (۱۴ اصل چندرسانه‌ای ون مرینیور و کستر)...

Van Gog, T.; Paas, F.; & Van Merriënboer, J. J. G. (2004). Process-oriented worked examples: Improving transfer performance through enhanced understanding. *Instructional Science*, 32, pp. 83-98.

Van Merriënboer, J. J. G. (1990). Strategies for programming instruction in high school: Program completion vs. program generation. *Journal of Educational Computing Research*, 6, pp. 265-285.

Van Merriënboer, J. J. G. & De Croock, M. B. M. (1992). Strategies for computer-based programming instruction: Program completion vs. program generation. *Journal of Educational Computing Research*, 8, pp. 365-394.

Van Merriënboer, J. J. G. & Kester, L. (2005). The four-component instructional design model: Multimedia principles in environments for complex learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*. New York: Cambridge University Press, pp. 71-93.

Yeung, A. S.; Jin, P.; & Sweller, J. (1998). Cognitive load and learner expertise: Split attention and redundancy effect in reading with explanatory notes. *Contemporary Educational Psychology*, 23(1), pp. 1-21.