

بررسی اثربخشی آموزش مکانیک

نرم افزار اینتراکتیو فیزیک

بر اهداف آموزشی دوبعدی حیطة شناختی

مجتبی جهانی فر، استان چهارمحال و بختیاری
نسرین طاهری اصغری، استان قزوین

- استفاده از آزمون استاندارد
FMCE برای بررسی میزان
یادگیری مکانیک
- مطالعه اثربخشی استفاده از
نرم افزار Interactive Physics
در برآوردن اهداف آموزشی دوبعدی
حیطه شناختی

چکیده

در این پژوهش سعی بر آن داشتیم تا ضمن معرفی نرم افزار Interactive Physics و نحوه کار آن، با استفاده از روش آموزش به کمک رایانه میزان تأثیرگذاری آن را بر پیشرفت تحصیلی دانش آموزان با تکیه بر اهداف آموزشی و بعدی حیطه شناختی بسنجیم. از روش تدریس در حد تسلط به همراه رایانه برای آموزش و از آزمون استاندارد FMCE جهت اندازه گیری میزان پیشرفت در اهداف آموزشی بهره بردیم. در ابعاد دانش مانند: دانش آموز واقعی و دانش مفهومی و دانش روندی تفاوت آشکاری بین روش آموزش مستقیم و روش آموزش به کمک رایانه دیده نشد اما در ابعاد فرایند شناختی مانند: فرایند شناختی تحلیل کردن و فرایند شناختی ارزشیابی کردن، روش آموزش به کمک رایانه برتری محسوسی در پیشرفت تحصیلی شاگردان را نشان داد.



معرفی نرم افزار

۲. پیشینه و روش پژوهش
پژوهش های صورت گرفته برای مطالعه اثربخشی روش آموزش به کمک رایانه
وقتی از رایانه برای ارائه مواد آموزشی استفاده شود به آن آموزش براساس رایانه می گویند. در این روش شاگردان می توانند، به کمک آموزش هایی که رایانه به آن ها می دهد، با سرعت شخصی خود، مهارت ها و کاربردهای ویژه ای را بیاموزند. این یادگیری مستلزم پاسخ دهی آشکار و درگیری فعال با مواد یادگیری است (۱).
آموزش براساس رایانه بسیار انعطاف پذیر است و به کمک آن می توان هدف های سطوح مختلف را آموزش داد. کروکشانک جنکینس و متکالف (۲۰۰۶) در این باره می گویند: بعضی از برنامه های رایانه ای مفاهیم تازه را به خوبی آموزش می دهند، برنامه های دیگر یادگیرندگان را در تکالیف خلاق و حل مسئله درگیر می کنند. [۲]

جهانی فر، طاهری اصغری و کرد نوقابی (۱۳۹۰) و همچنین جهانی فر، طاهری اصغری (۱۳۹۱) درباره حضور رایانه برای کمک به معلمان فیزیک این گونه نظر می دهند:

کلیدواژه ها: آموزش فیزیک، حرکت شناسی، نیروشناسی، آموزش براساس رایانه، اهداف دوبعدی حیطه شناختی، فرایند شناختی، بعد دانش کد مقاله (PACS) ۰۱/۴۰ .gb

۱. مقدمه

علم فیزیک و به تبع آن سایر شاخه ها و علوم وابسته به آن طی سال های اخیر جهش چشمگیری به لحاظ محتوا و پاسخ به مجهول های بشر داشته اند و پیشرفت روزافزون آن قابل انکار نیست. از جمله قدیمی ترین و رایج ترین شاخه های علم فیزیک مکانیک است. مکانیک، همواره قسمت جدانشدنی علوم و مباحث مربوط به آن، چه به لحاظ نظری و چه به لحاظ کاربردی، و مورد توجه دانشمندان و شهروندان بوده است. بدون شک در برنامه درسی علوم همه کشورهای جهان مکانیک جایگاه خاصی دارد و با توجه به کاربرد وسیع آن همواره مورد توجه برنامه ریزان آموزشی و درسی است.

استفاده از رایانه و توانایی های آن
یک رایانه با نرم افزار موجود در آن دستیار بسیار خوب و پرکار معلم خواهد بود. اگر می خواهید شور، هیجان و از طرفی فناوری آزمایشگاه های پیشرفته را به کلاس درس خود وارد کنید از رایانه کمک بگیرید.

دمبو (۱۹۹۴) در بررسی پژوهش های انجام شده درباره اثربخشی این روش آموزشی، نتیجه گیری کرده است که آموزش براساس رایانه وقتی به صورت مکمل آموزشی به کلاس می رود اثربخش تر از زمانی است که به جای آموزش کلاسی مورد استفاده قرار بگیرد [۵].

از این رو بر آن شدیم تا با استفاده از یک نرم افزار تعاملی به آموزش مؤثر مکانیک بپردازیم و تأثیر آن را بر اهداف مختلف آموزشی شاگردان بسنجیم. پژوهش حاضر که با هدف کلی اثربخشی آموزش براساس رایانه انجام گرفته دارای خرده اهداف زیر است:

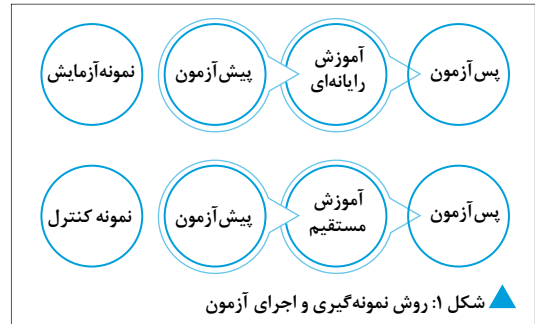
۳. روش و ابزار پژوهش

۳-۱. جامعه آماری و روش نمونه گیری

جامعه آماری این پژوهش دانش آموزان پسر و دختر سال چهارم رشته ریاضی و تجربی دبیرستان های بخش خان میرزا واقع در استان چهارمحال و بختیاری بودند که اعضای آن نزدیک به ۱۱۰ دانش آموز بود و ما با نمونه برداری سهمیه ای دو گروه ۲۵ نفری را در گروه های آزمایش و گواه جایگزین کردیم و چون

- معرفی نرم افزار تعاملی فیزیک (Interactive Physics) و نحوه کار با آن

انتخاب غیر تصادفی و انتصاب تصادفی بوده است این پژوهش از نوع نیمه تجربی است و اندازه گیری به صورت پیش و پس آزمون و با گروه گواه انجام گرفته است. گروه آزمایش روش آموزش براساس رایانه و گروه گواه آموزش مستقیم را تجربه کرده اند. شکل ۲ نحوه اجرای روش ها و همچنین اندازه گیری را نشان می دهد.

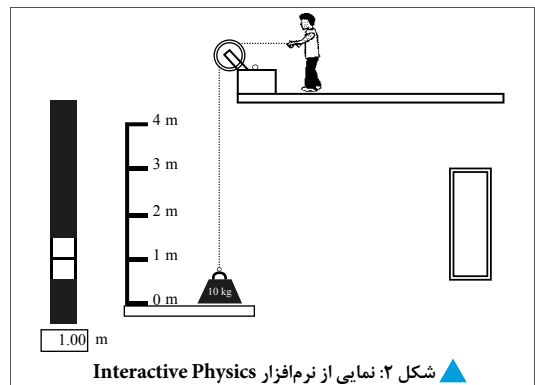


شکل ۱: روش نمونه گیری و اجرای آزمون

از روش های آمار توصیفی از جمله شاخص گرایی مرکزی میانگین برای مقایسه کلی دو گروه و همچنین از فنون طبقه بندی و محاسبه فراوانی ها برای دسته بندی میزان پیشرفت در هر کدام از اهداف آموزشی بهره گرفتیم.

۲-۳ نرم افزار تعاملی Interactive Physics

نرم افزار اینتراکتیو فیزیک ۳ محصول شرکت فناوری های طراحی شبیه سازی^۴ است که در یک محیط تعاملی قصد دارد بسیاری از آزمایش های مکانیک را شبیه سازی و اجرا کند. این نرم افزار می تواند اندازه گیری هایی همچون سرعت، شتاب و انرژی را به خوبی انجام دهد و نمودار هر یک را بر حسب زمان رسم کند. شکل ۳ نمایی از صفحه اصلی این نرم افزار را نشان می دهد.



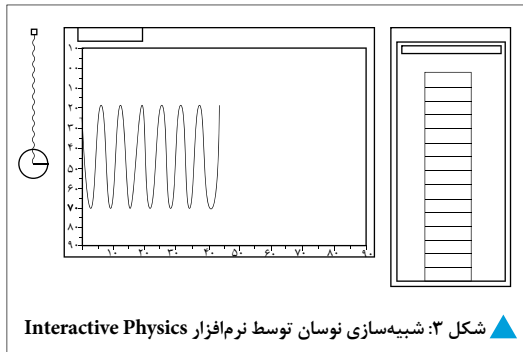
شکل ۲: نمایی از نرم افزار Interactive Physics

نسخه سال ۲۰۰۵ این نرم افزار طبق گفته تارنمای اصلی شرکت تولید کننده دارای قابلیت های جدید زیر است: [۶].

● **منوی جدید ورلد:** در این منو می توانید جهان اطراف و مجازی خود را از نظر شاخص های گرانشی، الکتروستاتیکی و مغناطیسی تا حد دلخواه تغییر دهید، می توانید شرایط گرانشی درون کره مریخ یا فضای بین ستارگان را به خوبی از نظر پارامترهای گرانشی شبیه سازی کنید و آزمایش های حرکت را به طور مجازی روی کرات مختلف انجام دهید.

● **منوی کیچر:** دارای امکان فیلم برداری از آزمایشگاه مجازی و بازپخش دوباره آن برای صرفه جویی در وقت و ایجاد موقعیت های جدید است.

● **منوی اندازه گیری و رسم نمودار:** در این منو شما می توانید هر موقعیت دلخواه حرکت شناسی را خلق و نمودارهای مکان، سرعت و شتاب زمان آن را رسم کنید.



شکل ۳: شبیه سازی نوسان توسط نرم افزار Interactive Physics

شکل ۳ نمایی از حرکت نوسان وزنه - فنر را که توسط نرم افزار شبیه سازی شده است نشان می دهد.

۳-۳ آزمون استاندارد FMCE

این آزمون در اوایل دهه ۹۰ میلادی توسط دو پژوهشگر آمریکایی با نام های رونالد تورنتون و دیوید سوکولوف^۵ برای سنجش یادگیری و مکانیک مقدماتی طراحی و ساخته شده است و به آزمون FMCE^۶ مشهور است. این آزمون در مجله انجمن معلمان فیزیک آمریکا در سال ۱۹۹۷ به چاپ رسیده و دارای اهداف جزئی و کلی به شرح جدول ۲ می باشد. [۷]

جدول ۲: اهداف جزئی آزمون FMCE

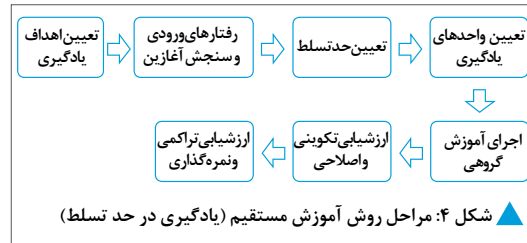
اهداف کلی	برخی اهداف جزئی
سنجش دانش حرکت یکنواخت و شتابدار، نمودارهای حرکت، شناخت حرکت از روی نمودار	حرکت یکنواخت و شتابدار، نمودارهای حرکت، شناخت حرکت از روی نمودار
سنجش دانش نیروشناسی	قوانین نیوتن در حرکت، شناخت نیروها و استفاده از نمودارهای جسم - آزاد برای توصیف حرکت

روایی و پایایی این آزمون در سال ۲۰۰۲ طی یک رساله دکتری توسط سوزان راملو در دانشگاه کولومبوس اوهایو به اثبات رسیده و ابزاری مناسب برای اندازه گیری مفاهیم نیرو و حرکت شناسی است.

۳-۴ روش های تدریس اجرا شده در پژوهش

معروف ترین روش آموزش مستقیم، آموزش برای یادگیری در حد تسلط یا تدریس تسلطی نام دارد. این روش برخاسته از اندیشه های جان کارول و بنجامین بلوم است. طبق این مدل یادگیری، یادگیری امری آموزشگاهی و پدیده ای مبتنی بر زمان است. یعنی هر چه زمان یادگیری بیشتر باشد مقدار یادگیری بیشتر است. بلوم این الگوی نظری را به یک الگوی عملی برای یادگیری

تبدیل کرده است [۱]. علت نام‌گذاری این روش به آموزش برای یادگیری در حد تسلط این است که معلم، برای اطمینان از اینکه دانش‌آموزان به سطح مورد نظر در یادگیری رسیده‌اند، از پیش یک معیار یا ملاک برای آنان تعیین می‌کند که آن را ملاک حد تسلط^۲ می‌نامند. اسلاوین (۲۰۰۶)



حد تسلط را چنین تعریف کرده است: «استانداردی است که دانش‌آموزان باید به آن برسند تا یقین شود که در موضوع یا مهارت مورد نظر به حد چیرگی رسیده‌اند» [۸]. شکل ۵ مراحل مختلف آموزش مستقیم به روش یادگیری در حد تسلط را نشان می‌دهد. روش یادگیری در حد تسلط همان روش معمول و موفق دبیران برجسته است که در بسیاری از مراکز آموزشی متوسطه و راهنمایی و حتی دانشگاهی استفاده می‌شود. این روش براساس الگوی عمومی آموزش سازمان یافته و مبنای آن طراحی آموزشی معلم‌محور است. در این پژوهش در هر دو گروه آزمایش و گواه از روش آموزش مستقیم بهره گرفتیم، با این تفاوت که در گروه آزمایش اساس کار نرم‌افزار رایانه‌ای است و بیشتر توضیح‌ها و تفسیرها به کمک شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای صورت گرفته است. در این پژوهش نیز گروه آزمایش به روش یادگیری در حد تسلط که مراحل آن در شکل ۵ آمده آموزش دیده است، در این روش فصل‌های اول و دوم کتاب فیزیک سال چهارم دوره متوسطه به مدت ۸ جلسه ۹۰ دقیقه‌ای آموزش داده شد. تفاوت عمده این روش با روش‌های حد تسلط رایج در استفاده از رایانه در ایجاد شبیه‌سازی‌ها و تفسیر نمودارها و حرکت‌ها بوده است.

۴. نتایج و تحلیل‌های آماری پژوهش

پس از انجام مراحل نمونه‌گیری و اجرای روش‌های تدریس

برای نمونه‌های پژوهش و همچنین اجرای پیش‌آزمون و پس‌آزمون و تلخیص داده‌ها و پس از آن استفاده از روش‌های مختلف آماری نتایجی به شرح ذیل حاصل شد:

الف. بدون توجه به طبقه‌بندی اهداف آموزشی دو بعدی، هر دو روش تدریس به کار رفته در پژوهش، باعث رشد یادگیری در موضوع مکانیک شدند.

با بررسی نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون FMCE متوجه شدیم که هرگاه طبقه‌بندی اهداف آزمون نادیده گرفته شود و تنها نمره کل آزمون را مورد بررسی قرار دهیم، تأثیرگذاری در هر دو روش تدریس به کار رفته مشاهده خواهد شد و هر دو روش باعث ایجاد تغییرات در یادگیری شده‌اند. به مقادیر جدول ۳ دقت کنید: این نتایج بدون توجه به طبقه‌بندی دوبعدی به دست آمده و حاکی از یادگیری در هر دو نمونه به صورت تقریباً یکسان است.

این نشان می‌دهد که هر دو روش تدریس انتخاب شده برای برآوردن هدف کلی آزمون، که همانا یادگیری جنبه‌های مختلف مکانیک است، مناسب هستند و باعث ایجاد یادگیری کلی یکسانی می‌شوند ولی بدون توجه به طبقه‌بندی اهداف آموزشی و سطوح مختلف یادگیری. در قسمت‌های بعد خواهیم دید که در صورتی که اهداف آزمون را جزئی‌تر کرده به سطوح مختلف یادگیری توجه کنیم نتایج متفاوتی حاصل خواهد شد.

ب. روش آموزش در حد تسلط حداکثر توانسته است اهداف و سطوح آموزشی دوبعدی را تا حد دانش‌روندی و فرایند به کار بستن بالا برد در صورتی که روش آموزش براساس رایانه قادر به ارتقای اهداف و سطوح آموزشی مورد نظر دوبعدی تا حد دانش‌فراشناختی و فرایند تحلیل و ارزشیابی کردن است.

برای توضیح بهتر این نتیجه پس از برگزاری آزمون FMCE پرسش‌های آزمون را برحسب طبقه‌بندی دوبعدی به پنج دسته تقسیم کردیم به طوری که هر دسته یکی از سطوح و اهداف مورد نظر ما را می‌سنجید. جدول ۴ چگونگی این دسته‌بندی را به خوبی نمایش می‌دهد.

پس از بررسی پیش‌آزمون و پس‌آزمون FMCE نتایج حاکی از برتری روش براساس رایانه در برآوردن اهداف آموزشی سطح بالا همچون تحلیل و ارزشیابی بود و نمونه آزمایش که به

جدول ۴: دسته‌بندی پرسش‌های آزمون FMCE

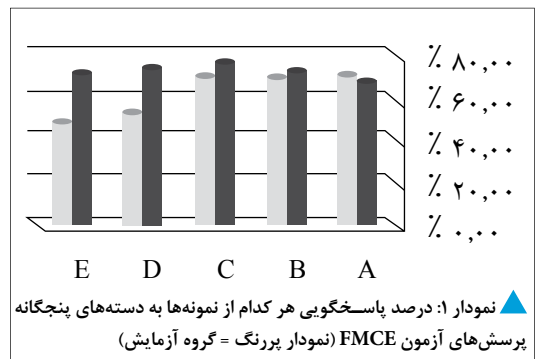
دسته	هدف آموزشی اندازه‌گیری شده توسط دسته	برخی سؤال‌های عضو
دسته	بعد دانش	۱ و ۷ و ۱۱ و ۱۳ و ۱۸ و ۲۴
A	دانش آموز واقعی	۲ و ۳ و ۴ و ۹ و ۲۰
B	دانش مفهومی	۵ و ۶ و ۸ و ۱۰ و ۱۲ و ۱۴ و ۲۷ و ۲۸
C	دانش روندی	۱۴ و ۱۵ و ۱۶ و ۲۲ و ۲۳ و ۲۹
D	دانش مفهومی	۱۷ و ۱۹ و ۲۱ و ۲۵ و ۲۶
E	دانش فراشناختی	۱ و ۷ و ۱۱ و ۱۳ و ۱۸ و ۲۴

جدول ۳: مقایسه یادگیری نمونه‌های گواه و آزمایش

	۱	۲
میانگین پیش‌آزمون	۴/۵	۳/۹۵
میانگین پس‌آزمون	۱۲/۳	۱۲/۶
رشد (یادگیری) ^۸	۷/۸	۸/۶۵

روش آموزش براساس رایانه آموزش دیده بودند در پاسخ گویی به پرسش های دسته های D و E موفق تر عمل کرده اند ولی نمونه گواه که روش آموزش در حد تسلط را تجربه کرد با وجود موفقیت نسبی در پاسخ گویی به پرسش های دسته های A و B و C موفقیت چشمگیری در پاسخ گویی به پرسش های دسته های D و E نشان نداد. نمودار ۱ درصد پاسخ گویی نمونه های گواه و آزمایش را به هر دسته از پرسش ها نشان می دهد.

لازم به توضیح است که درصدهای بیان شده در بالا میزان رشد پاسخ گویی به پرسش های هر دسته قبل و بعد از اجرای روش های تدریس است که خود نشانگر برتری روش تدریس استفاده شده در نمونه آزمایش در ارتقای اهداف آموزشی سطح بالا همچون تحلیل کردن و ارزشیابی است.



۵. تحلیل نتایج پژوهش

آنچه گذشت طرحی نیمه تجربی برای مطالعه اثربخشی استفاده از یک نرم افزار تعاملی در تدریس مکانیک بود. در این پژوهش دو نمونه مختلف تحت تأثیر دو روش متفاوت قرار گرفتند که شرح آن در قسمت های قبل بیان شد. نتایج حاکی از برتری روشی بود که براساس رایانه طرح ریزی شده است. اگر به اهداف جزئی آزمون FMCE توجهی نشود و تنها نمره کل را میانگین گرفته و با هم مقایسه کنیم، خواهیم دید که تأثیر هر دو روش تفاوت چشمگیری با هم ندارند و هر دو روش استفاده شده قادرند رشد تقریباً یکسانی را به وجود آورند. اما اگر اهداف جزئی آزمون را مشخص و سپس با استفاده از طبقه بندی اهداف آموزشی دوبعدی نتایج را بررسی کنیم خواهیم دید که روش های مختلف می توانند سبب رشد مهارت های مختلف باشند. روش های آموزش مستقیم مثل آموزش در حد تسلط می توانند باعث رشد مهارت هایی همچون دانش امور واقعی، دانش مفهومی و دانش روندی را شوند، در صورتی که روش های آموزش برنامه ای که از نرم افزارهای تعاملی نیز بهره می برند قادرند مهارت هایی مثل دانش فرآیند، فرآیند تحلیل کردن و فرآیند ارزشیابی کردن را بهبود بخشند و رشد بدهند. با توجه به آنچه که در پیشینه و مقدمه پژوهش آماده است، روش تدریس در حد تسلط به کمک رایانه ضمن بهبود مهارت های

بالای یادگیری مثل ارزشیابی و تحلیل توانسته است در اهداف فرآیندی حیطه های شناختی و رسیدن به فرآیند ساخت موفق عمل کند و نتایج حاصل از پژوهش ضمن تأیید و تأکید بر نتایج گذشته نشان داد ایجاد فرآیند ساخت یکی از مهم ترین آثار استفاده از تحلیل های رایانه ای در تفسیر حرکت و حضور رایانه در کلاس درس فیزیک است.

۶. ارائه چند پیشنهاد

با توجه به نتایج حاصل پژوهشگران توصیه های زیر را برای بهبود آموزش و یادگیری در آموزش علوم به خصوص مکانیک ارائه می دهند:

● توجه به اهداف آموزشی و طبقه بندی آن ها: استادان

و معلمان و پژوهشگران آموزش علوم همواره باید به اهداف آموزشی مورد نظر هر مبحث دقت لازم را داشته باشند، قبل از شروع تدریس اهداف آموزشی مربوط به مبحث را مشخص و سطح آن را معلوم کنند، توصیه می شود قبل از تدریس پرسش های زیر را راجع به مبحث مورد تدریس از خود بپرسیم: اهداف آموزشی این مبحث چیست؟ آیا در بعد دانش است؟ آیا در بعد فرآیند است؟ سطوح پایین اهداف آموزشی را شامل می شود یا سطوح بالا، حداقل مزیت این پیشنهاد این است که پس از پاسخ گویی به این قبیل پرسش ها روش ها و ابزار مورد نیاز برای تدریس شما فهرست خواهد شد.

● استفاده از روش تدریس متناسب با اهداف آموزشی:

هرگاه اهداف و سطوح آموزشی مشخص گردد، راهبردها و فنون و روش های تدریس متناسب با آن نیز معلوم خواهد شد. همان طور که ملاحظه کردید روش های متفاوت می توانند به اهداف و سطوح آموزشی متفاوتی دست پیدا کنند، بنابراین توصیه می شود شیوه تدریس خود را متناسب با موضوع و اهداف آموزشی انتخاب کنید.

● استفاده از رایانه به عنوان جایگزین مناسب

آزمایشگاه های پیشرفته و گران قیمت:

بیشتر نگرانی های استادان و معلمان دروس علوم (فیزیک، شیمی و زیست شناسی) راجع به یادگیری عملی و مهارت های عملی دانشجویان و دانش آموزان است. بسیاری از آموزشگران به خاطر اینکه امکانات آزمایشگاهی ندارند و یا آزمایشگاه مجهز نیست و یا آزمایش ها گران قیمت هستند، کمتر به آموزش آزمایشگاهی رغبت نشان می دهند. ما استفاده از نرم افزارهای تعاملی، همانند آنچه که در این پژوهش از آن استفاده شد، را پیشنهاد می کنیم. این نرم افزار بیشتر مباحث مورد نیاز معلمان را به صورت پویانمایی ها و کارگاه های مجازی ارائه می دهد که با کمترین امکانات قابل اجرا و دسترسی هستند و می توان آزمایشگاه های بزرگ و پیشرفته دنیا را به کلاس درس وارد کرد.

بی نوشت ها

1. CBI (Computer Based Instruction)
2. Bloom, Englehart, Furst, Hill and Krathwol
3. IP (Interactive Physics)
4. design simulation technologies
5. Ronald K. Thornton, David R. Sokoloff
6. Force and Motion Conceptual Evaluation
7. Mastery criterion
۸. تفاضل میانگین پیش از مومن و پس از مومن FMCE

منبع

۱. سنسیف؛ علی اکبر، روان شناسی پرورشی نوین (روان شناسی یادگیری و آموزش)، ویرایش ششم، تهران، نشر دوران، (۱۳۸۹).
2. Cruickshank; D.R.Jenkins; DB, Metcalf, k.k, the act of teaching, New York: McGraw-Hill, (2006).
۳. جهانی فر؛ مجتبی، طاهری اصغری؛ نسرن، کرد نوقایی؛ رسول، اقدام پژوهی در آموزش فیزیک، استفاده همزمان از نرم افزار Looking glass قاب های آموزشی و ترمی در تدریس نور شناخت هندسی، دوازدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران، تهران، شهریور ۱۳۹۰.
۴. جهانی فر؛ مجتبی، طاهری اصغری؛ نسرن، مطالعه اثربخشی آموزش مدارهای الکترونیکی ساده با بهره گیری از نرم افزار PhET و با تکیه بر طبقه بندی اهداف آموزشی آندرسون در حوزه شناختی، چهارمین کنفرانس ملی آموزش، تهران، اردیبهشت ۱۳۹۱.
5. Dembo, M. H. (1994). Applying educational psychology, (5th ed.). New York: Longman.
6. <http://www.design-simulation.com/tp>
7. Ronald K. Thornton, David R. Sokoloff, 1998 American Association of Physics Teachers. - Received 6 November 1995; accepted 14 July 1997.
8. Slavin, R.E. (2006). Educational psychology: Theory and practice (8th Ed.) New York: Pearson.

