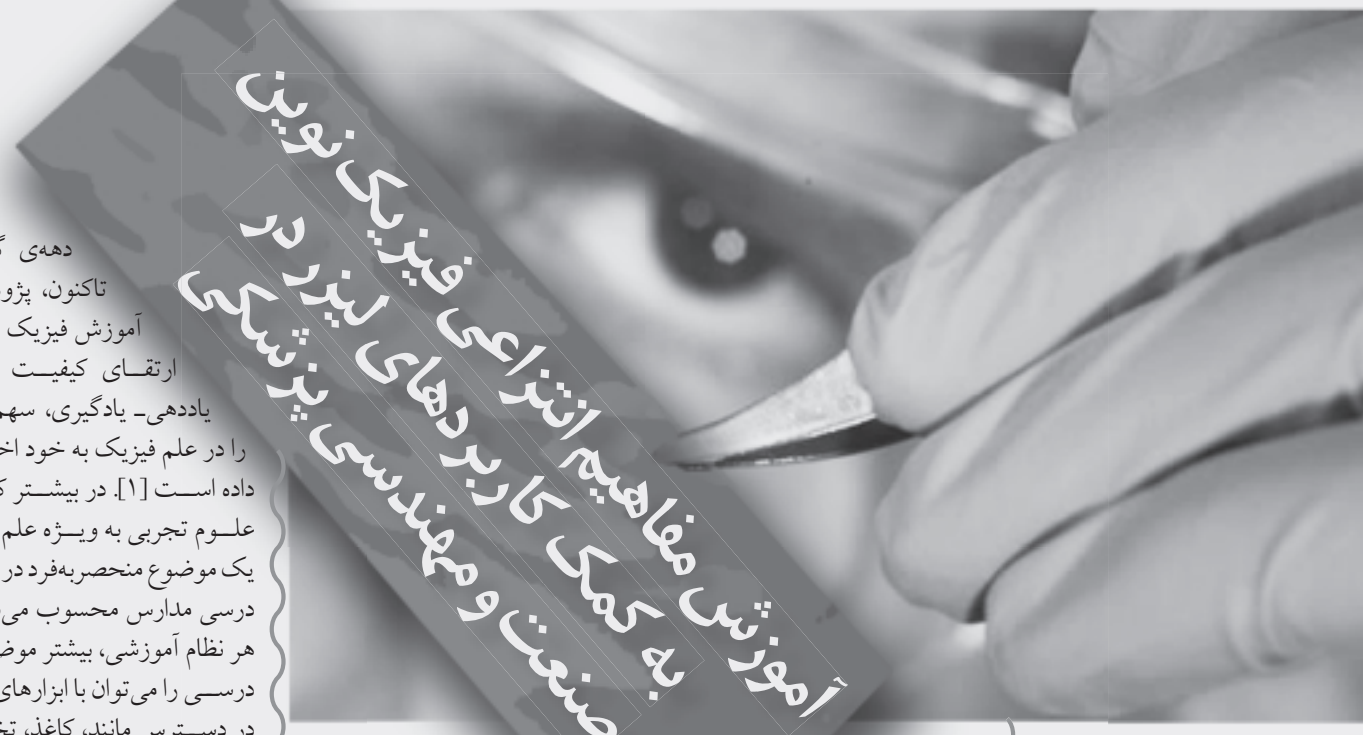
آموزش مفاهیم انتزاعی فیزیک نوین به کمک کاربردهای لیزر در صنعت و مهندسی پزشکی



چکیده: مقاله‌ی حاضر به بررسی یادگیری مفاهیم انتزاعی فیزیک نوین با استفاده از زمینه‌های کاربردی لیزر در صنعت و مهندسی پزشکی می‌پردازد. برای این منظور نوشته‌های نظری و پژوهشی موجود به دقت بررسی شده و دیدگاه‌های گوناگون برای رسیدن به الگویی مناسب، طبقه‌بندی و سپس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. روش مورد استفاده در این پژوهش، در تدریس فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی دوره‌ی متوسطه و پیش‌دانشگاهی کاربرد داشته و با امکانات مدارس هماهنگی دارد و در نظام آموزشی ایران قابل اجرا است.

کلید واژه‌ها: فیزیک نوین، لیزر، کاربردهای پزشکی و صنعتی، درک مفهومی، پیشرفت تحصیلی

۱ مقدمه

از سه دهه‌ی گذشته تاکنون، پژوهش در آموزش فیزیک به‌منظور ارتقای کیفیت فرایند یاددهی- یادگیری، سهم زیادی را در علم فیزیک به خود اختصاص داده است [۱]. در بیشتر کشورها، علوم تجربی به ویژه علم فیزیک، یک موضوع منحصربه‌فرد در برنامه‌ی درسی مدارس محسوب می‌شود. در هر نظام آموزشی، بیشتر موضوع‌های درسی را می‌توان با ابزارهای ساده و در دسترس مانند، کاغذ، تخته سیاه و کتاب‌های درسی آموزش داد. این موارد برای آموزش علوم نیز لازم است؛ اما اگر تنها این ابزار به‌کار برده شوند، آموزش علوم موضوعی غیر جالب و کسل کننده خواهد بود [۲].

در هر برنامه‌ی درسی، محتوای آموزشی و شیوه‌های ارائه‌ی آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند [۳]. دانش‌آموزان پیش‌دانشگاهی اغلب هنگام طرح زمینه‌های کاربردی فناوری‌های پیشرفته و صنعت در کلاس درس، هیجان‌زده می‌شوند. چون دانش‌آموزان نمی‌توانند بین فیزیک و فناوری رابطه‌ی خوبی برقرار کنند، لذا اغلب فکر می‌کنند که فیزیک نوین به زندگی روزمره‌ی آن‌ها مربوط نیست. تهیه‌ی مثال‌هایی از کاربرد فیزیک در فناوری‌های جدید و نیز ارتباط فیزیک با زندگی روزمره می‌تواند دانش‌آموزان را به یادگیری فیزیک تشویق کند. به‌عنوان مثال، فناوری مهندسی پزشکی یکی

پژوهشی

محمد کبودوند:
دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
phynetdot@yahoo.com

ایوب اسماعیل‌پور:
عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، استادیار دانشکده‌ی علوم پایه، گروه فیزیک
* پست الکترونیکی:
Esmalipour@iust.ac.ir

عابد بدریان:
عضو هیئت علمی مؤسسه‌ی پژوهشی برنامه‌ریزی درسی و نوآوری‌های آموزشی، استادیار گروه آموزش علوم

محمد شمس اسفندآبادی:
عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، استادیار دانشکده‌ی مهندسی برق و کامپیوتر

از زمینه‌های جذاب و ملموس برای دانش‌آموزان است که می‌تواند ما را در رسیدن به این هدف یاری نماید.

انگیزه‌ی اصلی این پژوهش، تحقق این باور است که مفاهیم انتزاعی و غیرملموس فیزیک جدید را هنگامی می‌توان به طور شایسته‌ای به دانش‌آموزان آموزش داد که سه شرط زیر در نظر گرفته شوند [۴]:

طراحی مناسب و بهینه موضوع‌های آموزشی شامل آزمایش‌ها و تجسم‌ها؛

ایجاد انگیزه‌ی یادگیری در دانش‌آموز؛

تناسب میزان دشواری مواد درسی.

این پژوهش قصد دارد تا در یک اقدام شبه‌تجربی، تسهیل یادگیری مفاهیم انتزاعی فیزیک نوین با استفاده از زمینه‌های کاربردی لیزر در صنعت و مهندسی پزشکی را مورد بررسی قرار دهد.

۲
پیشینه‌ی تحقیق پژوهش

الف. درک دانش‌آموزان و دانشجویان از پدیده‌ی پرتوزایی

برخی از مطالعات در اروپا نشان می‌دهد که دانش‌آموزان راهنمایی و دبیرستان، شناخت کمی از ویژگی‌های پرتوزایی[۱] و تابش دارند. ایکلهوف[۲] و میلر[۳] (۱۹۸۸) بعد از انجام مصاحبه‌های هدایت‌شده و برگزاری آزمون‌های تشخیصی، به این نتیجه رسیدند که تعداد زیادی از دانش‌آموزان در شناخت تابش و پرتوزایی مشکل دارند [۱۱]. بر پایه‌ی یافته‌های این پژوهش، دانش‌آموزان استدلال می‌کنند که «تابش از اجسام به علت تأثیر اجسام مجاور رخ می‌دهد و سبب می‌شود آن‌ها پرتوزا شوند». هم‌چنین میلر (۱۹۹۴) با آزمون‌های تشخیصی نشان داد که دانش‌آموزان دبیرستان مشکلاتی در تشخیص تابش و پرتوزایی دارند [۱۱]. در ایالات متحده نیز پراتر[۴] و هارینگتون[۵] تحقیقات مشابهی بر روی دانشجویان فیزیک سطح مقدماتی در زمینه‌ی تابش و پرتوزایی انجام دادند و به نتایج مشابهی دست یافتند.

مطالعات انجام گرفته بیشتر بر دانشجویان دانشگاه تمرکز دارند و بررسی یادگیری مفاهیم انتزاعی فیزیک در بین دانش‌آموزان دبیرستان کمتر مورد توجه قرار گرفته است. پراتر و هارینگتون از پرسش‌ها و آزمون‌های تشخیصی متعددی در زمینه‌ی حالت‌های مختلف مواد تابان، استفاده کردند. بیشتر دانشجویان شرکت‌کننده اظهار می‌داشتند که مواد تابان هر دو ویژگی تابش و پرتوزایی را با هم دارند. برخی از این دانشجویان توضیح دادند که تابش یونده همان خواص مواد پرتوزا را دارد. این موضوع بسیار قابل توجه است که دانشجویان دانشگاه به‌رغم گذراندن کلاس‌های مختلف درخصوص پرتوزایی و فیزیک پایه، دیدگاه‌های خود را تغییر نداده‌اند [۱۲].

اوبرشت[۶] و توریک[۷] در پژوهشی نتایج مشابهی را به‌دست آوردند. آن‌ها از پرسش‌های آزاد و تکالیف طبقه‌بندی‌شده در هدایت مصاحبه‌های دانشجویان استفاده نموده و نشان دادند که به نظر دانشجویان، هیچ ماده‌ای پرتوزا نیست، مگر آن‌که قبلاً در معرض پرتوزایی قرار گیرد. هم‌چنین دانشجویان معتقدند که ماشینی وجود دارد که مواد را پرتوزا می‌کند. آن‌ها بر این باورند که قبل از ساخت چنین ماشینی، چیزی پرتوزا نبوده است [۱۳]. هم‌چنین پراتر در پژوهش مشابهی، با تعدادی از دانشجویان سطح مقدماتی فیزیک مصاحبه کرد. هدف این پژوهش، بررسی نظر دانشجویان درباره‌ی نقش اتم‌ها در پرتوزایی بود. در این مطالعه او به این نتیجه رسید که دانشجویان به ناپدید شدن اتم‌های پرتوزا هنگام تابش اعتقاد دارند. با مشاهده دست‌نوشته‌ها و تجزیه و تحلیل نظرات دانشجویان، او نشان داد، ۵۹٪ دانشجویان بر این باورند که جرم یا حجم جسم پرتوزا در هر نیمه عمر نصف می‌شود. هم‌چنین مشخص شد که به اعتقاد بیشتر دانشجویان (۵۳٪) پدیده‌ی پرتوزایی با مدل الکترونی لایه ظرفیت ارتباط دارد [۱۴].

این پژوهش قصد دارد تا به بررسی یادگیری مفاهیم انتزاعی فیزیک نوین با استفاده از کاربردهای لیزر در صنعت و مهندسی پزشکی بپردازد

ب. درک دانش‌آموزان و دانشجویان از مدل موجی نور و اثر فوتوالکتریک

به‌رغم این‌که اثر فوتوالکتریک به علت دلایل تاریخی و کاربردی آن، یکی از پدیده‌های مهم فیزیک است، مطالعات اندکی در مورد روش‌های تدریس و یادگیری آن انجام گرفته است. برخی از مطالعات درک دانش‌آموز از ایده‌هایی مانند مدل فوتونی نور را گزارش کرده‌اند [۱۵]. بر پایه‌ی یافته‌های پژوهشی ، مشخص شده است که تعداد زیادی از دانشجویان که اپتیک موجی را مطالعه کرده‌اند، شناخت درستی از مدل موجی نور ندارند و هم‌چنین برای تشخیص شرایطی که باید مدل موجی نور به‌کار برده شود، مشکلاتی دارند. این موضوع سبب شد تا پژوهشگران برای تسهیل درک اثر فوتوالکتریک، به‌جای استفاده از مدل موجی نور، از مدل فوتونی و شبیه‌سازهای رایانه‌ای

استفاده نمایند [۱۷].

مطالعات مشابهی برای بررسی میزان درک دانش‌آموزان از اثر فوتوالکتریک انجام گرفته است. برخی از این مطالعات نشان داد که به هنگام استفاده از مدل فوتونی، دانش‌آموزان به این نتیجه رسیده بودند که هر نقطه روی موج، یک ذره است. دانش‌آموزان معتقد بودند، هنگامی که نور از شکاف عبور می‌کند، برخی قسمت‌های نور قطع می‌شوند و تنها اجزای داخلی که برایشان مانع ایجاد نمی‌شود، می‌توانند از شکاف عبور کنند. همچنین دانش‌آموزان فکر می‌کردند که ذره یا فوتون دارای حرکت سینوسی است [۱۶-۱۷].

پژوهش‌های دیگری نیز برای بررسی مشکلات یادگیری دانش‌آموزان پیش‌دانشگاهی در درک پدیده‌های کوانتومی و اثر فوتوالکتریک انجام گرفته است [۱۸]. یافته‌های این پژوهش‌ها علاوه بر تایید مشکلات یادگیری دانش‌آموزان در درک مفهومی اثر فوتوالکتریک، مشخص کرد که ریشه‌ی اصلی مشکلات در فهم اثر فوتو الکتریک، اطلاعات نادرست دانش‌آموزان از مدل فوتونی نور است. جونس (۱۹۹۱) ریشه اصلی مشکلات دانش‌آموزان در درک مفهوم فوتون را به دوره‌ی فیزیک مقدماتی مربوط دانست. پژوهش دیگری نشان داد که دانش‌آموزان فکر می‌کنند فوتون ذره‌ای کروی‌شکل و کوچک است. بنابراین همواره سعی می‌کردند فوتون را به‌صورت ذره‌ای کلاسیک شرح دهند. پژوهشگران سفارش کردند که برای کاهش کج‌فهمی دانش‌آموزان در بحث اثر فوتوالکتریک، بهتر است که در تدوین محتوای آموزشی، به جای واژه‌ی فوتون، از واژه‌ی کوانتوم برای بیان ویژگی نور استفاده نمایند [۱۹].

پ- تدریس دوره‌ی فیزیک پزشکی

در چند سال اخیر، حجم پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه‌ی تدریس دوره‌ی فیزیک با زمینه‌های کاربردی پزشکی روبه افزایش است [۲۰]. یکی از اهداف چنین دوره‌هایی تشویق دانش‌آموزان به یادگیری فیزیک با هدف افزایش آگاهی آن‌ها از کاربرد فیزیک در زمینه‌های مختلف علوم پزشکی است. هدف دیگر کمک به آن‌ها در یادگیری برخی از جنبه‌های کاربردی علوم پزشکی در فیزیک است، به‌طوری که بتوانند این ایده‌ها را در یادگیری و شغل آینده‌شان به‌کار ببرند. برخی دوره‌های مقدماتی چنان طراحی می‌شوند که کاربرد آموخته‌های فیزیک در شغل‌های مختلف را نشان دهند. این بررسی در یک زمینه‌ی مهم خارج از فیزیک صورت گرفته، که می‌تواند دلیل اساسی بررسی جنبه‌های گوناگون، شامل فناوری‌های حوزه‌ی مهندسی پزشکی و فیزیک جدید باشد. بررسی‌های صورت گرفته نشان داد که در زمینه‌ی تدریس و گسترش دوره‌های درسی برای فیزیک نوین تحقیقات زیادی گزارش نشده است.

یکی از پژوهش‌های شاخص در این زمینه توسط زولمن[۱۲] (۲۰۰۴)، انجام گرفته است که به تدریس زمینه ـ محور یک دوره آموزش فیزیک برای دانشجویان پیراپزشکی مربوط است. در این دوره‌های آموزشی ، وی بر کاربرد فیزیک در روش‌ها ی تشخیص پزشکی تأکید کرد. دوره بر موضوع‌های مختلفی هم‌چون پرتو x، تشخیص بیماری با پرتو، تشخیص بیماری توسط تابش پوزیترون و تصویربرداری با تشدید مغناطیسی[۱۳] متمرکز بود. در این دوره زمینه‌هایی از موضوع‌های گوناگون فیزیک با استفاده از فعالیت‌های دست‌ورزی و تجسم مفاهیم انتزاعی معرفی شد. این تلاش نه‌تنها به دانشجویان در یادگیری محتوای فیزیک مربوطه کمک کرد، بلکه آن‌ها مشتاق استفاده از آموخته‌ها در حوزه‌ی علوم پزشکی شدند [۲۱].

در چند سال اخیر دوره‌های آموزشی متعددی برای افزایش آگاهی از کاربرد مفاهیم فیزیک در فعالیت‌های روزمره و زندگی جدید شهری با زمینه‌های مهندسی و علوم پزشکی انجام گرفته است [۲۲و ۲۳]. دوره‌های آموزشی ذکر شده علاوه بر دانشجویان پزشکی و پیراپزشکی (جهت آشنایی با کاربردهای فیزیک در حوزه‌های مختلف علوم پزشکی) برای دانشجویان فیزیک مقدماتی و با هدف درک مفهومی کاربرد محور آموخته‌ها در حوزه‌های مختلف علوم پزشکی و نیز زندگی روزانه تعریف شده اند [۲۴].

۳
بیان مسئله و ضرورت پژوهش

با عنایت به مبانی نظری و پیشینه‌ی پژوهش، بررسی‌ها نشان داده است که آموزش فیزیک نوین در دبیرستان دشواری‌هایی دارد. این شاخه از فیزیک در بالاترین سطح دوره‌های آموزش رسمی یعنی دوره‌ی پیش‌دانشگاهی ارائه می‌شود، اما به نظر می‌رسد موفقیت در تدریس آن به عنوان یک چالش مورد توجه قرار گرفته است. دبیران این چالش را به محدودیت معلومات ریاضی و فیزیک دانش‌آموزان نسبت می‌دهند. به هر حال بحث در مورد

ایـن موضوع‌های فیزیکـی ایجاب می‌کند که تا از عوامل مداخله‌گر برای افزایش درک دانش‌آموزان از فیزیک نوین و انگیزش آنان با تاکید بر برنامه کاربردی/عملی استفاده گردد [۳].

چند سـالی اسـت که آموزش اثربخش مفاهیم فیزیک نوین به‌ویژه فیزیک کوانتومی در دوره‌های دبیرستان و پیش‌دانشـگاهی، و استفاده از انواع ابزارهای حوزه‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات و شیوه‌های مختلف طراحی و تولید واحـد یادگیری مورد علاقه مربیـان و محققان فیزیک قرار گرفته است. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که به جای تمرکز بر ریاضیات پیچیده، اسـتفاده از آزمایش‌هـای سـاده و تجسم‌های ذهنی می‌تواند در فراگیری مکانیک کوانتومی مؤثرتر باشد [۵].

ارائـه‌ی مفاهیـم فیزیک نوین با جزئیـات خیلی زیاد و یا سـطح خیلی بالا که نیازمند سـطح توانایی شـناختی بالایی است، تاثیر منفی در یادگیری دارد. بنابراین مواد درسی باید متناسب با سطح شناختی دانش‌آموزان تعیین شـوند. این امر نیازمند تعیین موضوع‌های پایه و سطح بحث مناسب است. هم‌چنین فعالیت‌های مناسب آموزشـی باید با همـکاری نزدیک بین معلمان و محققـان برنامه‌ریزی و به مورد اجرا درآیند [۶]. اسـتفاده از برنامه‌ی درسی زمینه‌ـ محور، ذکر کاربردهای عینی مفاهیم آموخته شده در صنعـت و زندگی و تجربه مکرر موقعیت‌ها و رویدادهایی که مثال‌های عینی از کاربرد مفهوم مورد نظر ارائه می‌دهنـد، یکی گزینه‌هـای انتخابی مهم به منظور تسهیل یادگیری مفاهیم انتزاعی است [۷].

از طرف دیگر یکی از کاربردهای طرح زمینه‌هـای کاربـردی علوم و فناوری به عنوان پیش‌سـازمان‌دهنده است. پیش‌سازمان‌دهنده‌ها مجموعه‌ی پیچیده‌ای از مفاهیم هستند که پیش از تدریس به دانش‌آموزان ارائه می‌شوند. هدف از این کار فراهم کردن ساختاری شناختی است که آموخته‌های جدید به آن می‌پیوندند و زیر گروه آن می‌شوند. کار دیگـر پیش‌سـازمان‌دهنده‌ها افزایـش یـادآوری (جلوگیـری از عدم تفکیک‌پذیری) اسـت. پس در دو صورت به پیش‌سـازمان‌دهنده‌ها نیـاز اسـت. نخسـت، هنگامی که دانش‌آموزان بخواهند مفاهیم جدیدی را یـاد بگیرنـد، و دوم، هنگامی که اطلاعات مربوطه از قبل وجود دارند، ولی دانش‌آمـوزان نمی‌توانند ارتباط بین آن و مفاهیم جدید را تشـخیص دهند [۷].

یادگیـری مفاهیم جدید علمی هنگامی رخ می‌دهد که یادگیرندگان بتوانند به شکل معینی، معنی مفهوم و یـا دانش جدیـد را در چارچوب داوری خود پیدا کنند [۸]. خلق معانی هنگامی ممکن اسـت که یادگیرنده بتوانـد اطلاعات جدیـد را با محیط مجاور خـود هماهنگ کند، بنابراین یـک یادگیرنـده در جسـت‌وجوی روابطی است که نوعی احساس مفید واقع‌شـدن را ایجاد کند. پژوهش‌ها نشـان می‌دهنـد کـه بیشـتر مردم به‌واسطه‌ی آزمایش‌های غیر رسمی وابسته به قرائن که در محیط زندگی انجام می‌دهند، بهتر یاد می‌گیرند [۹]. بنابرایـن در یک نتیجه‌گیری منطقی می‌تـوان گفـت، خلـق حوزه‌های یادگیری که مورد علاقه قرار گرفته‌اند و یا با آن‌ها ارتباط برقرار شده است، می‌تواند به عنوان یک محرک نیرومند در یادگیـری ایده‌های نو کمک کند [۱۰].

بـا عنایت بـه مبانی نظـری و پیشـینه‌ی تحقیق، این پژوهش قصد دارد تا اثربخشـی کاربـرد زمینه‌های علمی‌ـ صنعتی حوزه‌ی علوم پزشکی را در فرایند یاددهی‌ـ یادگیری مفاهیم انتزاعی فیزیک نوین مورد بررسی قرار دهد.

این پژوهش دو فرضیه به شـرح زیر دارد:

فرضیه‌ی ۱: بین پیش‌دانسته‌های دانش‌آمـوزان گروه‌هـای آزمایش و کنترل در زمینه مفاهیم فیزیک نوین تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

فرضیه‌ی ۲: در پیشرفت تحصیلی دانش‌آمـوزان گروه‌هـای آزمایش و کنترل در مفاهیم فیزیک نوین (لیزر) تفاوت معنی‌داری دیده نمی‌شود.

نتایج نشان می‌دهند که بین پیش‌دانسته‌های دانش‌آموزان گروه‌های آزمایش و کنترل در زمینه مفاهیم فیزیک نوین تفاوت معنی‌داری وجود ندارد

۴
چارچوب نظری پژوهش

چارچوب این تحقیق با نظریه‌ی یادگیری ساخت‌گرایی[۱۴] سازگار است. منظور از ساخت‌گرایی این است که یادگیرنده فعالانه می‌آموزد و نه با انتقال بی‌اراده توسط معلم. طبق این نظریه، دانش‌آمـوزان یادگیری را براسـاس تعامل و تأمل در تجربه‌های شخصی بنا می‌کننـد و معنی جهان را در میان آن ساختار می‌سازند. بنابراین یادگیری مجموعه‌ای از مفاهیم نوین است که براساس سـاختارهای ذهنی گذشته کسـب می‌شـود. یادگیری به عنوان منظری از دورنمای سـاخت‌گرایی، مراحل ساده‌ای از سازگاری مدل‌های شـخصی فرد از ایده‌های خودش و در تطبیق با تجربه‌های نوین اسـت. خلق دانش نوین بـا آزمایش ایده‌ها و تجربه‌های گذشـته به هنگام قرار گرفتـن در موقعیت‌های نوین ایجاد می‌شـود. کلید سازوکار فرایندسازی

دانش، غـرق شـدن در اطلاعات و سپس ساختن است [۲۵].

اساس مبانی نظری این پژوهش، بهره‌گیری از نظریه‌ی سـاخت‌گرایی برای یادگیری است. در این پژوهش رسیدن دانش‌آموزان به یک استدلال و یا جواب ویژه خودساخته، مهم‌تر از یافتن یک راه‌حل درست است [۲۶].

این پژوهش قصد دارد تا به بررسی یادگیری مفاهیم انتزاعی فیزیک نوین با استفاده از کاربردهای لیزر در صنعت و مهندسی پزشکی بپردازد

۴-۱ روش‌شناسی پژوهش

ایـن پژوهـش قصـد دارد تا به بررسـی یادگیری مفاهیـم انتزاعی فیزیک نوین با استفاده از کاربردهای لیزر در صنعت و مهندسـی پزشکی بپـردازد. بنابرایـن روش پژوهش از نوع شبه‌تجربی اسـت [۲۷]. جامعه آماری پژوهـش را دانش‌آموزان پایه پیش‌دانشـگاهی نواحـی دوگانه‌ی آموزش و پرورش شهرری در استان تهران تشـکیل می‌دهنـد. تعداد کل آزمودنی‌ها ۸۵ دانش‌آموز است که از دو ناحیه شهرری به‌صورت تصادفی انتخاب گردیدند.

جهـت تأمین روایـی محتوایی آزمون، یک مجموعه ۳۰ پرسشی به کارشناسـان و دبیران متخصص ارائه و پـس از داوری آنان یک آزمون ۲۶ پرسشی انتخاب شـد. برای محاسبه پایایی آزمون، ۲۹ نفر از دانش‌آموزان پیش‌دانشگاهی که جدا از نمونه‌های آزمایش و کنترل بودند به‌طور آزمایشی به پرسـش‌های آزمون پاسخ دادند و ضرایب دشواری وتفکیک پرسش‌ها مشـخص شـد. پایایی کل آزمون با اسـتفاده از ضرایب kr-20 و rpbi و دلتای فرگوسن محاسبه شد. نمره‌های آزمون ثبـت و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتیجه این شد که ۶ پرسش پایایی لازم را نداشتند و از فهرست پرسش‌ها کنار گذاشته شدند. آزمون استاندارد نهایی یک آزمون ۲۰ پرسشی شد.

برای تعیین پایایی آزمون از سـه ضریب مختلف اسـتفاده شـد. این ضریب‌هـا کمک می‌کنند تـا اعتبار درونـی آزمون سـنجیده شـود. این ضریب‌ها عبارتند از:

ضریب rpbi

ضریب kr-20

ضریب دلتای فرگوسن

ضریب اول تنها مربوط به تحلیل تک‌تک پرسش‌ها و ضریب‌های دوم و سـوم مربوط به پایایی کل آزمون هسـتند. نتایج به‌دسـت آمده برای ضریب‌های پایایی پرسش‌های آزمون در جدول(۱) آمده است. نتایج نشان می‌دهند که آزمون از پایایی مناسب و استانداردی برخوردار است.

۴-۲ شیوه اجرای تحقیق

در میـان کلاس‌هـای موجـود، ۴ کلاس کـه دارای جمعیت متنوع بودنـد، برای نمونه انتخاب شـدند. از این میان ۲ نمونـه ۳۱ نفری و ۲۲ نفری به‌عنوان گروه سنتی (کنترل) و ۲ نمونه‌ی ۲۰ نفری و ۲۲ نفری به‌عنوان گروه آزمایش انتخاب شـدند. برای نمونه‌گیـری از روش چهار گروهی «سالمون» [۲۸] استفاده شد. در ادامه هر کدام از نمونه‌ها معرفی می‌شوند.

نمونه‌ی یک (گروه آزمایش اول): این نمونه شامل ۲۲ نفر از دانش‌آموزان دوره‌ی پیش‌دانشـگاهی اسـت و اعضای آن روش تدریس آزمایشـی را تجربه خواهند کرد. شیوه‌ی تدریس براساس کاربردهای صنعتی وپزشکی در مبحث فیزیک نوین (لیزر) بر روی آن‌ها اجرا خواهد شد. این نمونه هم پیش‌آزمون و هم پس‌آزمون را تجربه می‌کنند.

نمونه‌ی دوم (گروه آزمایش دوم): این نمونه شامل ۲۰ نفر از دانش‌آموزان دوره‌ی پیش‌دانشـگاهی اسـت و اعضای آن روش تدریس آزمایشی را تجربه خواهند کرد. شیوه‌ی تدریس براساس کاربردهای صنعتی وپزشکی در مبحث فیزیک نوین (لیزر) بر روی آن‌هـا اجرا خواهد شـد. اعضای این نمونه که همتای نمونه اول است، تنها پس آزمون را تجربه خواهد کرد.

نمونه‌ی سوم (گروه کنترل اول): این نمونه شامل ۲۲ نفر از دانش‌آموزان دوره‌ی پیش‌دانشگاهی است و اعضای آن روش تدریـس سـنتی را بـرای آموزش مفاهیـم فیزیک نوین (لیزر) تجربه خواهند کرد. منظور از شیوه‌ی سـنتی تدریـس، همـان روش‌های متـداول تدریس از قبیل سـخنرانی است. این نمونه هم پیش‌آزمون و هم پس‌آزمون را تجربه می‌کند.

نمونـه‌ی چهارم (گـروه کنترل دوم): ایـن نمونـه شـامل ۳۱ نفر از دانش‌آموزان دوره‌ی پیش‌دانشگاهی اسـت و اعضـای آن روش تدریس سنتی را برای آموزش مفاهیم فیزیک نوین (لیـزر) تجربه خواهنـد کرد.

جدول ۱: نتایج به‌دست آمده برای ضرایب پایایی آزمون‌ها

ضرایب پایایی	میانگین مقادیر به‌دست آمده	مقدار استاندارد
ضریب rpbi	۰/۶۱	بزرگ‌تر از ۰/۲
ضریب kr-20	۰/۹۴	بزرگ‌تر از ۰/۷
ضریب دلتای فرگوسن	۰/۹۳	بزرگ‌تر از ۰/۹

اعضای این نمونه که همتای نمونه‌ی سوم است، تنها پس آزمون را تجربه خواهد کرد.

لازم به توضیح است که هدف از انتخاب نمونه‌های دوم و چهارم، تعدیل اثر پیش آزمون در نمونه‌های اول و سوم است.

۴-۳ نحوه‌ی اجرا برای گروه‌های آزمایش

در این روش بیشتر از نمایش فیلم‌هایی که کاربردهای لیزر را در صنعت و پزشکی نشان می‌داد، استفاده شد. کاربردهایی مانند برش فلزات، جوشکاری فلزت، انهدام موشک و یا حتی گلوله‌ی توپ شلیک شده و عمل‌های جراحی مختلف مانند اصلاح دید چشم و یا ترمیم پوست که تمامی با استفاده از لیزر صورت می‌گرفت. هم‌چنین کاربردهایی که استفاده هم زمان دو یا چند بخش از فیزیک نوین، مانند طرز کار برخی دزدگیرها و هشداردهنده‌های آتش‌سوزی که در فناوری ساخت آن‌ها هم لیزر هم اثرفوتوالکتریک دخیل بودند. نمایش اثر یانگ با استفاده از لیزر با رنگ‌های متنوع و بسامدهای مختلف که برخی از کاربردها ویژگی‌های نور لیزر را به‌خوبی نشان می‌دادند. هم‌چنین از برخی نرم افزارهای آموزشی که چگونگی ایجاد نور لیزر را نشان می‌داد نیز استفاده شد. در حین تدریس به این روش پرسش‌های جالب و گوناگونی برای دانش‌آموزان پیش می‌آمد که با نمایش فیلم و یا نرم‌افزار به آن‌ها پاسخ داده می‌شد.

۴-۴ شیوه‌ی تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تحلیل اطلاعات از شاخص‌های آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) و از شاخص‌های آمار استنباطی برای تائید یا رد فرضیه‌ها (آزمون‌های همبستگی و هم‌چنین آزمون t) استفاده شد.

۵
نتایج و یافته‌های پژوهش

پس از اجرای پژوهش و با توجه به داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون، نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده در دو بخش توصیفی و استنباطی انجام و در زیر ارائه می‌گردد.

جدول شماره‌ی (۲) میانگین نمره‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون را نشان می‌دهد. با توجه به این جدول، متوسط نمره‌های پیش آزمون یادگیری برای نمونه آزمایشی اول ۷/۹۱ بود که با پیشرفت ۸/۱۸ واحدی به عدد ۱۶/۰۹ در پس آزمون رسید. تفاوت نتایج آزمون‌ها در جدول شماره‌ی (۶) آمده است. هم‌چنین با توجه به این جدول، نمرات کمینه و بیشینه در پیش آزمون به ترتیب ۳ و ۱۴ بود که این مقادیر در پس‌آزمون به ۱۱ و ۱۹ ارتقا یافتند. مطابق با جدول (۸) آزمون t مستقل برای نمونه‌های اول و

جدول ۲ : شاخص‌های مرکزی و پراکندگی برای نتایج آزمون‌های نمونه اول و دوم

نمونه‌ها	شاخص آماری / آزمون‌ها	تعداد	میانگین	میانه	نما	انحراف استاندارد	واریانس	کمینه	بیشینه
نمونه ی‌اول	پیش‌آزمون	۲۲	۷/۹۱	۷/۰۰	۷	۲/۸۶۰	۸/۱۸۲	۳	۱۴
	پس آزمون	۲۲	۱۶/۰۹	۱۶/۵۰	۱۷	۱/۸۴۹	۳/۴۲۰	۱۱	۱۹
نمونه ی‌دوم	پیش‌آزمون	–	–	–	–	–	–	–	–
	پس آزمون	۲۰	۱۵/۴۰	۱۵/۲۵	۱۵	۱/۳۱۴	۱/۷۲۶	۱۳	۱۸

جدول ۳: شاخص‌های مرکزی و پراکندگی برای نتایج آزمون‌های نمونه سوم و چهارم

نمونه‌ها	شاخص آماری / آزمون‌ها	تعداد	میانگین	میانه	نما	انحراف استاندارد	واریانس	کمینه	بیشینه
نمونه ی‌سوم	پیش‌آزمون	۲۲	۶/۰۵	۵/۵۰	۳	۳/۴۸۴	۱۲/۱۴۱	۱	۱۴
	پس‌آزمون	۲۲	۷/۲۳	۶/۷۵	۶	۲/۸۴۴	۸/۰۸۹	۲	۱۵
نمونه ی‌چهارم	پیش‌آزمون	–	–	–	–	–	–	–	–
	پس‌آزمون	۳۱	۸/۵۵	۸/۳۸	۷	۳/۲۹۵	۱۰/۸۵۶	۲	۱۴

دوم تفاوت میانگین محسوسی را نشان نداد. این تفاوت با سطح معناداری ۱۷ درصـدی برابر با ۰/۶۹ بود که با توجه به این‌کـه نمونـه اول، پیش‌آزمون را تجربه کرده بود، مقدار قابل قبولی است. بنابراین تفاوت معناداری بین میانگین‌های پس‌آزمون در دو نمونه اول و دوم وجود نداشت و این دو نمونه همتا بودند.

با توجه به جدول شـماره‌ی (۳) میانگین نمره‌های پیش‌آزمون یادگیری برای نمونه‌ی سوم (نمونه‌ی سنتی اول) ۶/۰۵ بود که با پیشرفت ۱/۱۸ واحدی به عـدد ۷/۲۳ در پس‌آزمون رسـیده است. تفاوت نتایج آزمون‌ها در جدول شماره (۶) آمده است. نمره‌های کمینه و بیشینه در پیش‌آزمون به ترتیب ۱ و ۱۴ بود که این مقادیر در پس‌آزمون به ۲ و ۱۵ ارتقا یافتند. مطابق بـا جدول (۹)، آزمون t برای نمونه‌های سوم و چهارم تفاوت میانگین محسوسی را نشان نداد. این تفاوت با سطح معناداری ۱۳ درصد برابر بـا ۱/۳۲ بود که با توجه به این‌که این نمونه پیش‌آزمون را تجربه کرده بود، مقدار قابل قبولی است. بنابراین تفاوت معناداری بین میانگین‌های پس‌آزمون در دو نمونه سوم و چهارم وجود نداشت و این دو نمونه همتا هستند.

در ادامه به نتایج فرض‌آزمایی اشاره می‌گردد:

فرضیه‌ی ۱: بین پیش‌دانسـته‌های دانش‌آموزان گروه‌های آزمایش و کنترل در زمینـه مفاهیم فیزیک نوین تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

بـرای آزمون این فرض از آزمون t استفاده شد. با توجه به داده‌های جدول (۵) مشاهده می‌گردد که مقدار t به‌دست آمده ۱/۹۳۹ و سطح معناداری آن ۰/۰۵۹ است. معنای آن این است که فرضیه اول تأئید بین پیش‌دانسته‌های دانش‌آموزان گروه‌های آزمایش و کنترل در زمینه‌ی مفاهیم فیزیک نوین تفاوت معنی‌داری وجود ندارد و همگن هستند.

فرضیه‌ی ۲: در پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان گروه‌های آزمایش و کنترل در مفاهیم فیزیک نوین (لیزر) تفاوت

جدول ۴ : شاخص‌های مرکزی و پراکندگی برای نتایج آزمون‌های نمونه اول و سوم

شاخص آماری / آزمون‌ها	نمونه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	واریانس	خطای میانگین	اختلاف نمره‌ی آزمون‌ها
پیش‌آزمون	اول	۲۲	۷/۹۱	۲/۸۶۰	۸/۱۸۲	۰/۶۱۰	۸/۱۸
پس‌آزمون	اول	۲۲	۱۶/۰۹	۱/۸۴۹	۳/۴۲۰	۰/۳۹۴	
پیش‌آزمون	سوم	۲۲	۶/۰۵	۳/۴۸۴	۱۲/۱۴۱	۰/۷۴۳	۱/۱۸
پس آزمون	سوم	۲۲	۷/۲۳	۲/۸۴۴	۸/۰۸۹	۰/۶۰۶	

جدول ۵: نتایج حاصل از آزمون t مستقل برای مقایسه‌ی پس‌آزمون‌ها

تفاوت میانگین	تفاوت خطای معیار	سطح معناداری	درجه‌ی آزادی	t *		
۰/۶۹۱	۰/۵۰۰	۰/۱۷۴	۴۰	۱/۳۸۳	واریانس‌ها برابر فرض شده	پس‌آزمون نمونه‌ی اول و دوم
۰/۶۹۱	۰/۴۹۲	۰/۱۶۸	۳۷/۸۸۵	۱/۴۰۵	واریانس‌ها برابر فرض نشده	
۱/۳۲۱	۰/۸۶۹	۰/۱۳۵	۵۱	۱/۵۲۰	واریانس‌ها برابر فرض شده	پس‌آزمون نمونه‌ی سوم و چهارم
۰/۳۲۱	۰/۸۴۷	۰/۱۲۵	۴۸/۹۶۲	۱/۵۵۹	واریانس‌ها برابر فرض نشده	

جدول ۶: نتایج حاصل از آزمون t مستقل

		t*	درجه‌ی آزادی	سطح معناداری	خطای استاندارد تفاوت بین دو میانگین	میانگین تفاوت
پیش آزمون گروه‌های اول و سوم	واریانس‌ها برابر فرض شده	۱/۹۳۹	۴۲	۰/۰۵۹	۰/۹۶۱	۱/۸۶۴
	واریانس‌ها برابر فرض نشده	۱/۹۳۹	۴۰/۴۶۴			۱/۸۶۴
پس آزمون گروه‌های اول و سوم	واریانس‌ها برابر فرض شده	۱۲/۲۲۵	۴۲	۰/۰۰۰	۰/۷۲۳	۸/۸۶۴
	واریانس‌ها برابر فرض نشده	۱۲/۲۲۵	۳۶/۰۶۵			۸/۸۶۴
تفاضل پیش آزمون و پس آزمون گروه‌های اول و سوم	واریانس‌ها برابر فرض شده	۸/۱۵۱	۴۲	۰/۰۰۰	۰/۸۷۰	۷/۰۹۱
	واریانس‌ها برابر فرض نشده	۸/۱۵۱	۴۱/۵۳۷			۷/۰۹۱
پس آزمون گروه‌های دوم و چهارم	واریانس‌ها برابر فرض شده	۸/۸۳۲	۴۹	۰/۰۰۰	۰/۷۷۶	۶/۸۵۲
	واریانس‌ها برابر فرض نشده	۱۰/۳۷۰	۴۲/۵۳۲		۰/۶۶۱	۶/۸۵۲

معنی‌داری دیده‌نمی‌شود.

با رجـوع به مقادیر جـدول (۶)، فرضیه‌ی دوم خودبه‌خود مردود است . مقـدار t به‌دسـت آمده برای سـطح معناداری ۰/۰۰۰ مقدار ۱۲/۲۲۵ اسـت که نشـان‌دهنده‌ی تفاوت معنادار بین میانگین‌های پس‌آزمـون هر دو نمونه است. علاوه بر آن t به‌دست آمده برای تفاوت میانگین بین تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر دو نمونه (پیشـرفت تحصیلی) برای سطح معناداری ۰/۰۰۰ عدد ۸/۱۵۱ اسـت که نشان از تفاوت معنادار در میانگین آن‌هاست و این به این معناست که روش آموزش به‌کار رفته اثربخشی بیشتری نسبت به روش سنتی دارد و فرضیه‌ی دوم رد شده است.

۵-۱ بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حکایت از برتـری روش آموزش زمینه- محور نسـبت به روش سـنتی برای آموزش و یادگیـری مفاهیم انتزاعی فیزیک نوین دارد. این نتایج نشان می‌دهند که بین پیش‌دانسته‌های دانش‌آمـوزان گروه‌های آزمایـش و کنترل در زمینه مفاهیم فیزیک نوین تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. درحالی‌که مقدار t به‌دست آمده نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنادار بین میانگین‌های پس‌آزمون هر دو نمونه است. علاوه بر آن t به‌دست آمده برای تفاوت میانگین بین تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر دو نمونه (پیشرفت تحصیلی) نشان از وجـود تفاوت معنادار در میانگین آن‌هـا دارد. به این معنا که روش آموزش به‌کار رفته اثربخشی بیشتری نسبت به روش سنتی دارد.

پی‌نوشت

1. Radio active
2. Eijkelhof
3. Miller
4. Prather
5. Harrington
6. Aubrecth
7. Torick
8. Zollman
9. Magnetic Resonance Imaging
10. constructivism

منابع

به دلیل کثرت منابع، از آوردن آن‌ها معذوریم. منابع در دفتر مجله موجود است.