

تأثیر یادگیری مبتنی بر پروژه بر عملکرد تحصیلی دانشجو - معلمان فیزیک در درس مبانی الکتریسیته و مغناطیس*

دکتر ناصر کریمی^۱ ، دکتر رحیم بدری گرگری^۲ ، دکتر حسین عبادی^۳

چکیده:

هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر یادگیری مبتنی بر پروژه بر عملکرد تحصیلی دانشجو - معلمان رشته آموزش فیزیک در درس مبانی الکتریسیته و مغناطیس در دانشگاه فرهنگیان بوده است. روش تحقیق این پژوهش از نوع شبه آزمایشی به صورت پیش آزمون و پس آزمون با گروه کنترل است. جامعه آماری پژوهش شامل دانشجو - معلمان دانشگاه فرهنگیان در سال تحصیلی ۹۸-۱۳۹۷ بوده است. نمونه آماری تحقیق شامل چهار کلاس رشته آموزش فیزیک پردیسه‌های علامه امینی و فاطمه الزهراهای تبریز بوده است که به صورت نمونه در دسترس انتخاب و به صورت تصادفی یک کلاس از هر پردیس در گروههای آزمایش و کنترل (تعداد ۱۳۲ نفر) جای گرفتند. ابزار اندازه‌گیری پژوهش آزمون محقق ساخته‌ای بود که به صورت تحلیلی عملکرد تحصیلی درس فیزیک دانشجویان را مورد بررسی قرار می‌داد. هر دو گروه، پیش از مداخله از نظر عملکرد تحصیلی مورد ارزیابی قرار گرفتند. در طول ترم، درس مبانی الکتریسیته و مغناطیس به روش آموزش مبتنی بر پروژه، به مدت ۱۶ جلسه (هر هفته یک جلسه) برای گروه آزمایش ارائه شد و در این مدت، گروه کنترل به روش سنتی آموزش دیدند. بعد از مداخله نیز هر دو گروه از نظر عملکرد تحصیلی مورد ارزیابی قرار گرفتند. داده‌های به دست آمده با روش تحلیل کوواریانس یکراهه مورد تحلیل قرار گرفتند. نتایج به دست آمده نشان داد که میان گروه آزمایش و گروه کنترل در عملکرد تحصیلی تفاوت معنادار وجود دارد ($P < 0/001$). نتایج پژوهش اثربخشی روش یادگیری مبتنی بر پروژه را بر بهبود عملکرد تحصیلی دانشجویان فیزیک مورد تأیید قرار داد.

کلید واژگان: یادگیری مبتنی بر پروژه، عملکرد تحصیلی، الکتریسیته و مغناطیس

تاریخ پذیرش: ۹۹/۸/۲۳

تاریخ دریافت: ۹۹/۲/۳

* این پژوهش برگرفته از طرح فرصت پژوهشی تربیت حرفه‌ای دانشگاه فرهنگیان است.

۱. نویسنده مسئول: استادیار گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران. n.karimi@cfu.ac.ir
۲. استاد گروه روانشناسی تربیتی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. badri1346@tabrizu.ac.ir
۳. دانشیار فقیه گروه فیزیک نظری و اختر فیزیک، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

مقدمه

آموزش علوم پایه یکی از مهم‌ترین فعالیتهای زیربنایی در توسعه پایدار به‌شمار می‌آید که اغلب شامل کلاسهای تئوری و عملی است. شواهد نشان داده است که بازخوردهای دانشجویان در کلاسهای تئوری و عملی می‌تواند متفاوت و مرتبط با نوع تعامل معلم - دانشجو باشد (چو و بک^۱، ۲۰۱۹). پژوهشهای صورت گرفته نشان می‌دهند که بیشتر دانشجویان، فیزیک را موضوعی دشوار می‌دانند و در درک مفاهیم و کاربرد آنها در زندگی روزمره با مشکلات بسیار مواجه می‌شوند (باران، ماسکان و یاشار^۲، ۲۰۱۸). برنامه‌های درسی سنتی دوره‌های فیزیک، از رویکرد نیوتنی پیروی می‌کنند که در این رویکرد، باید برای هر مسئله در فیزیک مکانیک، تجزیه و تحلیل دقیقی از بردارهای نیروها انجام شود. همچنین معادلات حاکم بر نیروها و شتابها در هر دستگاه مختصاتی، شکلی معین پیدا می‌کنند. در واقع علاوه بر فیزیک مکانیک، دیگر بخشهای فیزیک کلاسیک یعنی الکترومغناطیس و ترمودینامیک در رویکرد نیوتنی، متکی بر مفاهیم هندسی‌اند. بنابراین برای فهم طبیعت و کاربردهای صنعتی دروس فیزیک، فراگیران باید از دانش ریاضی هم برخوردار باشند. اما بسیاری از فراگیران تصور می‌کنند، ریاضیات لازم برای حل مسائل فیزیک، بسیار سخت است. در واقع فراگیران، پیش از آموزش فیزیک، تصوراتی را در مورد چگونگی قوانین حاکم بر عملکرد جهان در ذهن خود دارند که ممکن است، درست یا نادرست بوده باشد، اما به‌طور کلی تفکر یا درک آنها با روشهای سنتی تدریس تغییر نمی‌کند (مارتیناس و ترمل^۳، ۲۰۱۴).

در چند دهه گذشته، ابتکارات بسیار زیادی در زمینه تدریس و یادگیری مؤثر در علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات شکل گرفته است. امروزه در سراسر دنیا، به‌منظور حرکت از رویکردهای معلم - محور به رویکرد دانش‌آموز - محور در روشهای تدریس تغییر حاصل شده است (سیبولسکی و ماچنیک - رازانوف^۴، ۲۰۱۹). نتایج پژوهشها نشان می‌دهد که روش تعاملی معلم و دانش‌آموز مؤثرترین روش تدریس است و روشهای دانش‌آموز - محور، بیشترین اثربخشی و روشهای معلم - محور، کمترین اثربخشی را دارند (گانیاپفوف^۵، ۲۰۱۳). بیشتر مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهند که زمانی که فراگیران در کلاس شرکت فعالی داشته باشند، موفق‌ترند و بهتر می‌توانند مفاهیم را با زندگی روزمره پیوند دهند (باران و همکاران، ۲۰۱۸). در واقع، می‌توان گفت که روشها و فنون به‌کار رفته در محیطهای یادگیری، برای دسترسی فراگیران به اطلاعات خیلی مهم است (باران و ماسکان، ۲۰۱۰).

سازنده‌گرایی^۶ نظریه‌ای است که بر فعال بودن دانشجو در آموزش تأکید دارد. این نظریه ادعا می‌کند

1. Cho & Baek
2. Baran, Maskan & Yaşar
3. Martinás & Tremmel
4. Tsybulsky & Muchnik-Rozanov
5. Ganyaupfu
6. Constructivism

که یادگیری فعالیتی است که برای هر یادگیرنده منحصر به فرد است. این نظریه فرض می‌کند که افراد سعی می‌کنند مفهوم فردی خود را از همه اطلاعاتی که درک می‌کنند، داشته باشند و به آنها معنا بخشند. بنابراین فرد، معنای خود را از آن اطلاعات می‌سازد. سازنده‌گرایی نمایانگر یکی از ایده‌های بزرگ در آموزش و پرورش است که در شیوه تدریس و آموزش معلمان نمود یافته است (اولسگون^۱، ۲۰۱۵). مطالعه عملکرد تحصیلی و عوامل مؤثر بر آن طی سه دهه اخیر، بیش از پیش مورد توجه متخصصان تعلیم و تربیت قرار گرفته است (سیف، ۱۳۸۸). این مفهوم به موفقیت فراگیران در امور تحصیلی اشاره دارد (حسینی نسب و فلاح، ۱۳۸۷). پژوهشها نشان می‌دهند که اصول و روشهای تدریس، از عوامل تعیین کننده در عملکرد تحصیلی اند (گوردن^۲، ۲۰۰۸؛ هاشمی، ۱۳۹۴). نظریه سازنده گرایی مبنای روش یادگیری مبتنی بر پروژه^۳ است. اساس این روش فعال بودن فراگیران در یادگیری است و در آن یادگیرندگان به صورت مستقل، از طریق فرایند یادگیری، به نتایجی معنادار دست می‌یابند (گرنث^۴، ۲۰۰۹). یادگیری مبتنی بر پروژه سبب درگیر شدن کامل فراگیران در فرایند یادگیری و ایجاد احساس رضایت در آنها می‌شود. خودآموزی فراگیران سبب افزایش مسئولیت پذیری آنها در یادگیری می‌شود و از آنجا که یادگیری مبتنی بر پروژه شامل فعالیتهای مختلفی است، با نیازها و علایق متفاوت یادگیری در یادگیران انطباق دارد (بل^۵، ۲۰۱۰). در این روش، اشتراک گذاری دانش در میان افراد گروه صورت می‌گیرد (المولا^۶، ۲۰۲۰) و فراگیران را ترغیب می‌کند تا برای حل مسئله با یکدیگر همکاری کنند (بل، ۲۰۱۰) و از این نظر تلویحات بسیار مثبتی دارد، چرا که همکاری میان فراگیران، معلمان و سایر افراد جامعه، مسئله‌ای مهم در زندگی اجتماعی است (المولا، ۲۰۲۰). بل (۲۰۱۰) بیان می‌دارد که یادگیری مبتنی بر پروژه، رویکرد نوآورانه‌ای در یادگیری است که بسیاری از راهبردهای مؤثر برای موفقیت در قرن بیست و یکم را آموزش می‌دهد. فراگیران یادگیری خود را از طریق پرس و جو، همچنین کار مشترک برای پژوهش و ایجاد پروژه‌هایی هدایت می‌کنند که منعکس کننده دانش آنها باشد. فراگیران در یادگیری مبتنی بر پروژه، مهارتهایی نو و ماندگار کسب می‌کنند که سبب تبدیل شدن فراگیران به افراد توانمند در زمینه برقراری ارتباط و حل حرفه‌ای مسئله می‌شود.

طرفداران رویکرد یادگیری مبتنی بر پروژه، معتقدند که باید برای کاستن از محدودیتهای روشهای سنتی معلم - محور، این روش به کار گرفته شود. تأکید بر این است که به کارگیری رویکرد مبتنی بر پروژه، به منظور ایجاد مهارتهای مهم مورد نیاز فراگیران در قرن بیست و یکم، از جمله همکاری، تفکر مستقل، مذاکره، همکاری و ارتباطات ضروری است (بل، ۲۰۱۰). این رویکرد، روش درخشانی در تدریس

1. Olusegun
2. Gordon
3. Project-based learning
4. Grant
5. Bell
6. Almulla

است که از طریق آن، فراگیران می‌توانند چالش‌ها و مسائل موجود در دنیای پیرامون خود را کشف کنند و مسئولیت یادگیری، از معلم به فراگیران منتقل می‌شود (گرن، ۲۰۱۱).

آنچه یادگیری مبتنی بر پروژه را با پروژه‌های معمولی که معمولاً دانشجویان در پایان ترم یا سال تحصیلی انجام می‌دهند، متفاوت می‌کند، این است که پروژه‌ها به نتیجه از پیش تعیین‌شده ختم نمی‌شوند یا مسیرهای محدودی را که از پیش مربی تعیین کرده است، طی نمی‌کنند. یادگیری مبتنی بر پروژه سبب ایجاد آزادی بیشتر برای فراگیران می‌شود. بر این اساس، آنها می‌توانند موضوعات مناسب، منابع مورد نیاز، توزیع مسئولیتها میان اعضای گروه و چگونگی طراحی و ارائه نهایی کار خود را انتخاب کنند (مروان^۱، ۲۰۱۵). رویکرد یادگیری مبتنی بر پروژه، فرصتهایی را برای یادگیرندگان فراهم می‌آورد تا از طریق فرایندهای خودتنظیمی و خودگردانی، هدایت و کنترل یادگیری خود را به‌دست بگیرند. همچنین این رویکرد، تا حد زیادی بر همکاری و مشارکت دانش‌آموزان تأکید دارد (میچل، فولگر، وتزل و رائکی^۲، ۲۰۰۹).

بر اساس یافته‌های یک پژوهش، یادگیری مبتنی بر پروژه، تأثیری مثبت در پیشرفت تحصیلی داشته است. علاوه بر این، در این مطالعه دانشجویان اظهار داشته‌اند که در نتیجه برنامه یادگیری مبتنی بر پروژه، به یادگیری معنادار دست یافته‌اند. این روش آموزش، علاقه آنها را به محتوای درسی افزایش داده و توانسته است محتوای آموزشی را با زندگی روزمره پیوند دهد (چیلیک، ارتاش و ایلهان^۳، ۲۰۱۸). در مطالعه‌ای دیگر، اثربخشی روش یادگیری مبتنی بر پروژه، بر بهبود عملکرد فراگیران در درس علوم، مورد تأیید قرار گرفته و نتایج نشان داده است که آموزش مبتنی بر پروژه، سبب کسب مهارت دستیابی به سطوح بالاتر از دستاوردهای یادگیری و حل مسئله در فراگیران می‌شود (ارگول و کارگین^۴، ۲۰۱۴). هفت مرحله مدل یادگیری مبتنی بر پروژه، شامل سه مرحله اصلی یا اولیه است که خود به هفت مرحله ثانویه تقسیم می‌شوند. مراحل اولیه عبارتند از: ۱) مرحله مروری بر صلاحیتهای مهارتی؛ در این مرحله لازم است، فراگیران ظرفیتهای پیامدی مورد انتظار را بشناسند و انگیزهای بالا داشته باشند، زیرا که انجام پروژه به‌صورت عینی در دنیای واقعی صورت می‌گیرد. همچنین، درکی از مفهوم مواد آموزشی داشته باشند و مهارت‌ها و دانش محتوایی اساسی یادگیری را به‌دست آورند. ۲) مرحله انجام پروژه: تعیین تکلیف دانشجو و موضوع کار پروژه در مدل یادگیری مبتنی بر پروژه، برخاسته از مسائل دنیای واقعی و پردازش واقع‌بینانه مراحل کار و ۳) ارزیابی: هدف آن این است که موفقیت فرایند یادگیری و شایستگیهای دانش‌آموزان را آشکار کند. هفت مرحله یادگیری مبتنی بر پروژه در شکل شماره ۱ ارائه شده است.

1. Marwan
2. Mitchell, Foulger, Wetzel & Rathkey
3. Çelik, Ertaş & İlhan
4. Ergül & Kargin



شکل ۱. مدل هفت مرحله‌ای یادگیری مبتنی بر پروژه (به نقل از جالینوس، نبوی و ماردین^۱، ۲۰۱۷)

در ضمن نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که در روش آموزش مبتنی بر پروژه، فراگیران به تمرین آموزشی، پاسخهای مثبت می‌دهند و این مسئله منجر به افزایش خودکارآمدی معلمان می‌شود (چوی، لی و کیم^۲، ۲۰۱۹).

در شکل سنتی برنامه‌درسی، ابتدا به فراگیران مباحث مکانیک و مغناطیس، سپس فیزیک مدرن را آموزش می‌دهند. هنگام یادگیری در مورد این دو مؤلفه مهم، دو الگوی مختلف فیزیک کلاسیک و فیزیک مدرن، باید درک شود که اغلب در روشهای سنتی تدریس، دچار کج‌فهمی می‌شوند، اما با تمرکز بیشتر روی تعاملات روزانه فراگیران و استفاده از مفاهیم فیزیک برای چنین سناریوهایی، فراگیران نیازی به تغییر تفکر خود ندارند، بلکه مفاهیم را برای چیزهایی که قبلاً مشاهده کرده‌اند، به کار می‌برند (مارتیناس و ترمل، ۲۰۱۴). در حالی که یادگیری مبتنی بر پروژه، سبب می‌شود، فراگیران در مرکز درس قرار بگیرند. در واقع آموزش مبتنی بر پروژه از روشهای آموزش رایج مؤثرتر است، زیرا این امر در

1. Jalinus, Nabawi & Mardin
2. Choi, Lee & Kim

فراگیران انگیزه بیشتر، علاقه به موضوعات، رضایت از یادگیری و اعتمادبه نفس ایجاد می کند. همچنین سبب یادگیری، کسب دانش، استفاده از منابع آنها و کارهای خود - محور به شیوه پرس و جو می شود (وانگ و دی، ۲۰۰۹).

در آموزش و برنامه درسی سنتی، فراگیران بیشتر بر انباشت و حفظ مفاهیم تمرکز می کنند. مطالعات نشان می دهند که می توان با راهبردی که شامل طراحی پروژه های علمی است، از طریق آزمایش، درک فراگیران از مفاهیم فیزیک را بهبود بخشید (باران و ماسکان، ۲۰۱۰).

علی رغم وجود پژوهشهای متعدد در مورد تأثیر روش آموزش مبتنی بر پروژه، مطالعات محدودی به تأثیرات آن در آموزش درس فیزیک، به ویژه درس مبانی الکتریسیته و مغناطیس پرداخته اند و پژوهش در این زمینه ضروری به نظر می رسد. بر این اساس آنچه در این پژوهش مورد بررسی قرار می گیرد، نقش یادگیری مبتنی بر پروژه، در آموزش مبانی الکتریسیته و مغناطیس است.

■ روش شناسی

روش تحقیق مورد استفاده در این پژوهش، روش شبه آزمایشی است که در آن اثربخشی متغیر مستقل آموزش تأثیر یادگیری مبتنی بر پروژه، بر متغیر وابسته عملکرد تحصیلی، مورد بررسی قرار گرفته است. بر همین اساس، از طرح پیش آزمون - پس آزمون همراه با گروه کنترل، استفاده شده است. جامعه مورد مطالعه در این تحقیق شامل همه دانشجویان رشته آموزش فیزیک دارای درس مبانی الکتریسیته و مغناطیس دانشگاه فرهنگیان مشغول به تحصیل در سال تحصیلی ۹۸-۱۳۹۷ بودند. نمونه مورد مطالعه در این پژوهش شامل ۱۳۲ دانشجوی رشته آموزش فیزیک دانشگاه فرهنگیان - پردیسه ای علامه امینی و فاطمه الزهرا - (۴ کلاس به دلیل تفکیک جنسیتی دانشگاه از هر جنس دو کلاس) که به صورت نمونه در دسترس انتخاب و به صورت تصادفی از هر پردیس یک کلاس به دو گروه آزمایش (۶۶ نفر) و کنترل (۶۶ نفر) تقسیم شدند.

● **آزمون عملکرد تحصیلی مبانی الکتریسیته و مغناطیس:** برای گردآوری داده ها و ارزیابی عملکرد تحصیلی درس مبانی الکتریسیته و مغناطیس، از آزمون پیشرفت تحصیلی محقق ساخته، استفاده شده است. این آزمون با توجه به هشت فصل مبانی الکتریسیته و مغناطیس تدوین شده است. این آزمون شامل دو برگه ۲۰ سؤالی موازی بود که توانایی دانشجویان را در درک مفهومی مباحث الکتریسیته و مغناطیس اندازه می گرفت. یکی از برگه ها در مرحله پیش آزمون و برگه دوم در مرحله پس آزمون ارائه شد. آزمون پیشرفت تحصیلی حاضر، برای بررسی روایی در اختیار چهار تن از اساتید فیزیک قرار گرفت که همه روایی صوری و محتوایی آزمون را تأیید کردند. محاسبه پایایی ابزار با روش بازآزمایی، روی نمونه ای از دانشجویان فیزیک، صورت گرفت و میان دو آزمون همبستگی ۰/۷۳ به دست آمد.

● **بسته آموزشی (برنامه آموزش یادگیری پروژه - محور):** بسته آموزشی این پژوهش شامل محتوای آموزشی براساس رویکرد یادگیری مبتنی بر پروژه است که پژوهشگران آن را تهیه کرده‌اند. مبنای این رویکرد، نظریه سازنده‌گرایی است. سازنده‌گرایی رویکردی در آموزش و یادگیری، مبتنی بر این فرض است که شناخت و یادگیری از ساخت ذهنی حاصل می‌شود. به عبارت دیگر، فراگیران با متناسب کردن اطلاعات جدید با آنچه از قبل می‌دانند، یاد می‌گیرند. سازنده‌گرایان معتقدند که یادگیری از بستری که ایده در آن قرار دارد، تأثیر می‌پذیرد (اولسون، ۲۰۱۵).

این بسته در اختیار چهار تن از اساتید فیزیک و دو تن از اساتید علوم تربیتی قرار گرفت و پس از دریافت نظر آنان، اصلاحات لازم صورت گرفت. این برنامه در نیمسال دوم سال تحصیلی ۹۸-۱۳۹۷، به دانشجویان مقطع کارشناسی رشته آموزش فیزیک ارائه شده است. در این برنامه آموزشی فراگیران در گروه‌های گوناگون در هر جلسه پروژه یکسانی را ارائه می‌کردند، سپس یافته‌های خود را با یکدیگر مورد بحث و بررسی قرار می‌دادند. جدول شماره ۱ خلاصه محتوای برنامه آموزشی را نشان می‌دهد.

جدول ۱. خلاصه محتوای جلسات آموزشی (بسته آموزشی)

جلسه	موضوع	محتوا
۲ و ۱	ساخت الکتروسکوپ	• آشکارسازی وجود بار الکتریکی در اشیاء • تشخیص خواص طبیعی اشیای باردار • نشان دادن و تشخیص حداقل جریان در مدار، برای مثال الکترولیز هوا • تشخیص انرژی پتانسیل الکتریکی در آزمایش‌های الکترواستاتیک
۴ و ۳	ساخت کویل تسلا	• آشنایی دانش‌آموزان با معنای دقیق رزونانس الکتریکی • روبه‌رو شدن دانش‌آموزان با یک مسئله جدید در فیزیک • ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان برای پژوهش و جست‌وجو • ایجاد بینشی بصری در دانش‌آموزان درمورد برخی از مفاهیم همچون جریان الکتریکی و فرکانس
۶ و ۵	مقاومت ذغال مداد	• گردآوری شواهد نشان‌دهنده انتقال انرژی به روشهای متفاوت همچون صوت، نور و گرما • مداخله نظریه‌های علمی برای طراحی، اجرا و ارتقای لوازمی برای انتقال انرژی • مشاهده و اندازه‌گیری برای تشخیص مواد مختلف بر اساس ویژگیهای ساختمانی آنها • ارتقا و استفاده از مدلی برای فهم انعکاس، جذب و عبور امواج
۸ و ۷	باتری یخی	• کسب اطلاعات دانش‌آموزان درمورد چگونگی کارکرد باتریها • فهم جریان الکتریکی • فهم چگونگی ساخت مدارات گوناگون
۱۰ و ۹	ساخت آهنربای الکتریکی	• کسب اطلاعات در مورد آهنربای الکتریکی • فهم نحوه ایجاد میدان مغناطیسی • جستجوی دانش‌آموزان درمورد کاربرد آهنرباهای الکتریکی
۱۲ و ۱۱	الای‌دی‌های پرتابی	• تلاش دانش‌آموزان برای ساخت مدار الکتریکی • تلاش دانش‌آموزان برای درک نحوه اتصال الای‌دی‌ها به جریان الکتریکی • آموزش مفاهیم الکتریسته در قالب بازی

جدول ۱. (ادامه)

جلسه	موضوع	محتوا
۱۳ و ۱۴	معلق کردن نوارها	• درک علت وجود الکتریسته ساکن در اجسام به دلیل وجود بار الکتریکی • درک چگونگی تبادل بار الکتریکی میان دو جسم • آموزش جاذبه و دافعه میان بارهای الکتریکی
۱۵ و ۱۶	مبدل جریان متناوب	• آموزش اتصال جریان متناوب به اسیلوسکوپ برای نمایش موج نیروی الکتریکی • تشخیص قطعات مختلف یک مبدل جریان متناوب و کاربرد آنها

● **روش اجرای پژوهش:** پس از مشخص سازی چهار کلاس دانشگاه فرهنگیان (دو کلاس از پردیس دختران و دو کلاس از پردیس پسران) به صورت تصادفی، کلاسها به گروههای آزمایش و کنترل تقسیم شدند. ابتدا از دانشجویان شرکت کننده در پژوهش، آزمون پیشرفت تحصیلی به عمل آمد. سپس، گروه آزمایش به مدت یک نیمسال (۱۶ جلسه، هر هفته یک جلسه)، آموزش یادگیری مبتنی بر پروژه را در درس مبانی الکتریسیته و مغناطیس دریافت کرد و گروه کنترل در این مدت به شیوه سنتی آموزش دید. پس از اجرای مداخلات در نهایت آزمون دوم از همه این دانشجویان دوباره به عمل آمد. برای تجزیه و تحلیل داده های پژوهش با توجه به روش تحقیق پس از بررسی و تأیید پیش فرضهای آزمون، روش آزمون تحلیل کوواریانس یکراهه به کار گرفته شد.

■ یافته های پژوهش

جدول شماره ۲ شاخصهای توصیفی پیش آزمون و پس آزمون عملکرد تحصیلی را در گروههای کلاسی نشان می دهد. چنانکه مشاهده می شود، در پس آزمون گروه کلاسی روش آموزش یادگیری مبتنی بر پروژه، در مقایسه با گروه کنترل، افزایش مشهودی مشاهده می شود.

جدول ۲. نتایج توصیفی عملکرد تحصیلی در گروههای آزمایش و کنترل

گروه	جنسیت	آماره	پیش آزمون	پس آزمون
گروه مبتنی بر پروژه	مرد	میانگین	۱۰/۹۳	۱۶/۲۰
		انحراف استاندارد	۱/۸۹	۱/۶۴
	زن	میانگین	۱۱/۹۳	۱۶/۹۰
		انحراف استاندارد	۱/۸۱	۱/۸۹
	کل	میانگین	۱۱/۵۷	۱۶/۶۵
		انحراف استاندارد	۱/۸۹	۱/۸۲

جدول ۲. (ادامه)

گروه	جنسیت	آماره	پیش آزمون	پس آزمون
گروه کنترل	مرد	میانگین	۱۱/۷۵	۱۵/۷۵
		انحراف استاندارد	۱/۷۵	۲/۰۲
	زن	میانگین	۱۲/۱۰	۱۶/۳۵
		انحراف استاندارد	۱/۴۳	۱/۵۵
	کل	میانگین	۱۱/۹۷	۱۶/۱۳
		انحراف استاندارد	۱/۵۵	۱/۷۴

برای بررسی اثربخشی متغیر مستقل (روش آموزش یادگیری مبتنی بر پروژه) و مقایسه گروههای آزمایش و کنترل از روش تحلیل کوواریانس یکراهه استفاده شده است. برای انجام تحلیل کوواریانس، ابتدا مفروضات تحلیل، شامل همگنی واریانسها، شیب رگرسیون و خطی بودن رابطه متغیرها در گروهها، مورد بررسی قرار گرفته است. برای بررسی مفروضه همگنی واریانسها از آزمون لوین استفاده شده که نتایج آن در جدول شماره ۳ آمده است. نتایج نشان می دهد که در متغیر عملکرد تحصیلی همگنی واریانسها برقرار است.

جدول ۳. آزمون لون برای بررسی پیش فرض همگنی واریانسها

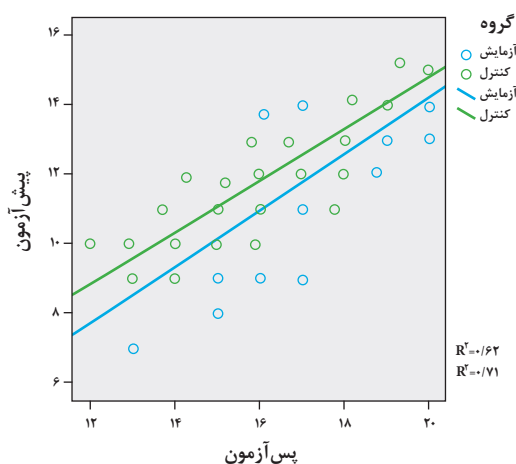
متغیر وابسته	F	Df۱	Df۲	معناداری
عملکرد تحصیلی	۱/۷۴۶	۱	۱۳۰	۰/۱۸۹

نتایج جدول شماره ۴ نتایج شیب رگرسیون را در عملکرد تحصیلی نشان می دهد. چنان که مشاهده می شود، F محاسبه شده (۲/۳۱) در سطح ۰/۰۵ معنادار نیست. در نتیجه تفاوتی معنادار میان ضرایب رگرسیونی مشاهده نمی شود و فرض همگنی شیب رگرسیون در متغیر عملکرد تحصیلی برقرار است.

جدول ۴. بررسی شیب رگرسیون عملکرد تحصیلی

منبع تغییرات	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	F	سطح معناداری
پیش آزمون و گروه	۲/۱۲۴	۱	۲/۱۲۴	۲/۳۱۹	۰/۱۳۰

برای بررسی رابطه خطی میان متغیر تصادفی کمکی (پیش آزمون) و متغیر وابسته (پس آزمون عملکرد تحصیلی) خطوط رگرسیون مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نمودار شماره ۱ نشان می دهد که میان این دو متغیر رابطه خطی برقرار است.



نمودار ۱. رابطه خطی میان متغیر تصادفی کمکی (پیش آزمون) و متغیر وابسته (پس آزمون عملکرد تحصیلی)

با توجه به برقراری پیش فرضهای آزمون تحلیل کوواریانس یکراهه از این روش استفاده شد که نتایج آن در جدول شماره ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵. نتایج تحلیل کوواریانس یکراهه در متغیر عملکرد تحصیلی

منبع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	df	میانگین مجذورات	F	معناداری Sig.
گروه	۱۱/۹۲۲	۱		۱۱/۹۲۲	۱۲/۸۸۹	۰/۰۰۱
خطا	۱۱۹/۳۱۶	۱۲۹		۰/۹۲۵		
کل	۱۳۱/۲۳۸	۱۳۲				

نتایج تحلیل کوواریانس یکراهه در جدول شماره ۵ نشان می‌دهد که $F=12/88$ در سطح کوچک‌تر از ۰/۰۰۱ معنادار است. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که گروهها در عملکرد تحصیلی تفاوتی معنادار دارند و اثر کاربرد یادگیری مبتنی بر پروژه در افزایش عملکرد تحصیلی معنادار است. با توجه به مقایسه میانگینها می‌توان گفت دانشجویانی که آموزش بر اساس یادگیری مبتنی بر پروژه داشتند، میزان عملکرد تحصیلی بالاتری را نشان می‌دهند.

■ بحث و نتیجه‌گیری ■

نتایج این پژوهش نشان داد که گروههایی از فراگیران که روش آموزش یادگیری مبتنی بر پروژه را در طول ترم داشتند، در مقایسه با گروههای کنترل که به روش سنتی آموزش دیده بودند، عملکرد تحصیلی بالاتری را نشان دادند. این یافته به این معناست که دانشجو - معلمان که در طول نیمسال با استفاده از روش تدریس مبتنی بر پروژه، به ساخت محصولات نهایی مانند الکتروسکوپ، کویل تسلا،

باتری یخی، آهنربای الکتریکی و ال ای دی های پرتابی پرداختند، از طریق جستجوهای فعال خود، قادر شده‌اند تا مفاهیم درسی را یاد بگیرند و اطلاعات خود را در خلق محصول نهایی به کار گیرند و در نتیجه عملکرد تحصیلی بهتری نسبت به دانشجویان دیگر داشته باشند. یافته‌های پژوهشهای لارمر، مرگندالر و بلس^۱ (۲۰۱۵)، فردانش و نوری (۱۳۸۹)، مفتون، بیرجندی و احمدی (۲۰۱۳)، چیلیک و همکاران (۲۰۱۸)، ارگول و کارگین (۲۰۱۴) و چوی و همکاران (۲۰۱۹)، در راستای پژوهش حاضر است.

لارمر و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که رویکرد یادگیری مبتنی بر پروژه، سبب به چالش کشیده شدن دانش آموزان و ایجاد یادگیری معنادار و افزایش تعامل، انگیزه و خلاقیت آنها می‌شود. همچنین یافته‌های پژوهش فردانش و نوری (۱۳۸۹) نیز نشانگر آن است که این مدل آموزشی، اهداف سازنده‌گرایانه آموزش را تحقق می‌بخشد و این فرصت را در اختیار فراگیران قرار می‌دهد تا به کشف و تولید دانش بپردازند و نیز آموزش‌دهنده در این شیوه تدریس، به عنوان یک تسهیلگر عمل کند و مسئولیت فراهم کردن منابع و فرصت آموزشی برای فراگیران را دارد. بر اثر این شرایط آموزشی، فراگیران به خودتنظیمی یادگیری می‌رسند. یافته‌های چیلیک و همکاران (۲۰۱۸) نیز، اثربخشی این رویکرد را در پیشرفت تحصیلی مورد تأیید قرار داده‌اند. ارگول و کارگین (۲۰۱۴) نیز اثربخشی این رویکرد را در ارتقای دستاوردهای یادگیری و حل مسئله مورد تأیید قرار داده‌اند و بالاخره نتایج چوی و همکاران (۲۰۱۹) نیز بیانگر آن است که این روش آموزش، موجب تغییر مثبت در نگرش دانشجویان نسبت به تکلیف درسی شده است.

الکترومغناطیس یکی از شالوده‌های فیزیک کلاسیک است. اگر دانشجویان مفاهیم آن را خوب درک نکنند، در فهم طبیعت و کاربردهای این شاخه از فیزیک، در زندگی روزمره دچار مشکل می‌شوند. برای درک پدیده‌های الکترومغناطیسی و نوری از درون اتمها گرفته تا درون ستارگان، فراگیران باید بتوانند الکتریسیته و مغناطیس را به هم پیوند بزنند. در آموزش به روش سنتی، اکثر فراگیران در درک و فهم مفاهیم الکترومغناطیس دچار مشکل می‌شوند. اما در رویکرد یادگیری مبتنی بر پروژه، فرصتی فراهم شد تا دانشجو - معلمان به طراحی ابزارها و محصولات نهایی بپردازند و از این طریق فرصتی برای آنها فراهم شد تا نقشی فعال‌تر در فرایند یادگیری‌شان داشته باشند و مهارت‌های حل مسئله، مهارت‌های ارتباطی، دانش موضوعی، تفکر انتقادی، مدیریت زمان و خودارزیابی کسب‌شده در فرایند طراحی پروژه‌ها، موجبات عملکرد تحصیلی بهتر را فراهم کرده است.

در تبیین نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت یادگیری مبتنی بر پروژه سبب افزایش انگیزه و درگیری فعال فراگیران در یادگیری می‌شود. در واقع نگرش فراگیران به یادگیری فیزیک را بهبود می‌بخشد و سبب کاهش ترس و افزایش خودکارآمدی و لذت بردن آنها از یادگیری فیزیک می‌شود. این رویکرد، مهارت‌های مشارکتی و تعامل میان - فردی و میان - فرهنگی را در میان فراگیران تقویت می‌کند (گلدشتاین^۲، ۲۰۱۶). چنین روش آموزشی در طول ترم موجب افزایش بازاندیشی و تأمل به خود

1. Larmer, Mergendoller & Boss
2. Goldstein

بیشتری در فراگیران شده است (یودر و کوک^۱، ۲۰۱۴).

در تبیین دیگر می‌توان گفت که رویکرد یادگیری مبتنی بر پروژه، دانشجو-معلم را به سمت یادگیری از طریق تحقیق و پژوهش و نیز کار گروهی هدایت می‌کند (بل، ۲۰۱۰؛ بارون و دارلینگ-هاموند^۲، ۲۰۰۸). این رویکرد فراگیران را تشویق می‌کند تا با اعضای گروه خود، همکاری کنند و نظرهای خود را مورد بحث و اشتراک قرار دهند (چو، تسه و چاو^۳، ۲۰۱۱) و بستری را فراهم می‌کند تا فراگیران توانایی یادگیری فعال خود را بهبود بخشند، تا آنچه را قبلاً با کمک دیگران انجام می‌دادند، به‌طور مستقل و بدون دریافت کمک انجام دهند (گرنر و برانچ^۴، ۲۰۰۵).

سرانجام اینکه در تبیین دیگر بر اساس رویکرد سازنده‌گرایی یادگیری، می‌توان گفت پروژه‌ها راه‌حلهای فراگیران را برای پاسخ دادن به مسئله منعکس می‌کنند (ریبر^۵، ۲۰۰۴). در واقع آنها به‌طور ذاتی به سازنده‌گرایی پیوند خورده‌اند (پاپرت و هارل^۶، ۱۹۹۱). پس این رویکرد به‌عنوان یک روش یاددهی-یادگیری مبتنی بر سازنده‌گرایی، فرصتهایی را برای فراگیران ارائه می‌کند تا آنها به هدایت، اداره و کنترل یادگیری از طریق خودفرمانی و خودگردانی بپردازند و جنبه گروهی بودن این روش آموزشی، موجب می‌شود تا همکاری و مشارکت دانش‌آموزان در فرایند یادگیری، بیشتر شود (میچل و همکاران، ۲۰۰۹) و تنوعی از منابع، ابزارها و چارچوبها را مورد استفاده قرار دهند (هلی، تینجالا و اولکینورا^۷، ۲۰۰۶).

نتایج حاصل از پژوهش، بهره‌گیری از روش مؤثر آموزش مبتنی بر پروژه را در درس فیزیک نشان می‌دهد که در آموزش پیش از خدمت معلمان اهمیت بسیار دارد. به نظر می‌رسد تدریس و یادگیری مبتنی بر پروژه، یکی از مؤثرترین روشهای آموزش فیزیک برای درک مفاهیم فیزیک و کاربردی کردن آنهاست (هالوبووا^۸، ۲۰۰۸). بنابراین لازم است در ارائه و اجرای دستورالعمل آموزشی معلمان، پروژه‌هایی را در نظر گرفت که بتوانند در حل مشکلات زندگی روزمره فراگیران، مؤثر باشند و از این طریق به تربیت معلمان اندیشمند و فکور همت گماشت. هر پژوهش که انجام می‌گیرد، با محدودیتهایی همراه است، این پژوهش نیز با محدودیتهایی مانند استفاده از آزمون پیشرفت تحصیلی کتبی چهارگزینه‌ای برای ارزشیابی پیشرفت تحصیلی دانشجو-معلمان و طرح پژوهش شبه‌آزمایشی مواجه بود که روایی داخلی پژوهش را تحت تأثیر قرار می‌دهد. لذا پیشنهاد می‌شود در پژوهشهای آتی، از روش آزمایشی و همچنین از ابزارهای پژوهشی استفاده شود تا بتوان خلاقیت و توانایی تفکر سطح عالی‌تر مانند قضاوت و ارزیابی را اندازه گرفت. مطالعه اثربخشی این روش یاددهی-یادگیری بر عملکردهای عاطفی مانند اضطراب از فیزیک و انگیزش یادگیری و هیجانهایی پیشرفت دانشجو-معلمان، از پیشنهادهای دیگر پژوهشگران است.

1. Yoder & Cook
2. Barron & Darling-Hammond
3. Chu, Tse & Chow
4. Branch
5. Rieber
6. Papert & Harel
7. Helle, Tynjala & Olkinuora
8. Holubova

- حسینی نسب، سید داود و فلاح، نوروز. (۱۳۸۷). تأثیر روش تدریس مشارکتی و روش تدریس سنتی بر پیشرفت تحصیلی و نگرش به درس معارف اسلامی در مراکز پیش دانشگاهی شهر تبریز در سال تحصیلی ۸۸-۸۷. *علوم تربیتی*، ۱ (۳)، ۴۱-۸۰.
- سیف، علی اکبر. (۱۳۸۸). *روانشناسی پرورشی نوین (روانشناسی یادگیری و آموزش)*. تهران: انتشارات آگاه.
- فردانش، هاشم و نوری، علی. (۱۳۸۹). طراحی آموزشی بر اساس مدل یادگیری مبتنی بر پروژه: رویکردی ساخت‌گرا به طراحی آموزش. *مجله روانشناسی و علوم تربیتی*، ۴۰ (۱)، ۱۰۱-۱۲۱.
- هاشمی، سید احمد. (۱۳۹۴). رابطه استفاده از مهارت‌های اساسی تدریس و بهبود عملکرد تحصیلی دانشجویان؛ دانشکده پرستاری لامرد. *دوماهنامه علمی- پژوهشی راهبردهای آموزش در علوم پزشکی*، ۸ (۱)، ۴۳-۴۹.

- Almulla, M. A. (2020). The effectiveness of the project-based learning (PBL) approach as a way to engage students in learning. *SAGE Open*, 10(3).
- Baran, M., & Maskan, A. (2010). The effect of project-based learning on pre-service physics teachers' electrostatic achievements. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 5(4), 243-257.
- Baran, M., Maskan, A., & Yaşar, Ş. (2018). Learning physics through project-based learning game techniques. *International Journal of Instruction*, 11(2), 221-234.
- Barron, B., & Darling-Hammond, L. (2008). Teaching for meaningful learning: A review of research on inquiry-based and cooperative learning. In L. Darling-Hammond, B. Barron, D. P. Pearson, A. H. Shoenfeld, E. K. Stage, T. D. Zimmermann, G. N. Gervetti, & J. Tilson (Eds.), *Powerful learning. What we know about teaching for understanding* (pp. 11-70). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39-43.
- Çelik, H. C., Ertaş, H., & İlhan, A. (2018). The impact of project-based learning on achievement and student views: The case of AutoCAD Programming Course. *Journal of Education and Learning*, 7(6), 67-80.
- Cho, J., & Baek, W. (2019). Identifying factors affecting the quality of teaching in basic science education: Physics, biological sciences, mathematics, and chemistry. *Sustainability*, 11(4), 3958.
- Choi, J., Lee, J. H., & Kim, B. (2019). How does learner-centered education affect teacher self-efficacy? The case of project-based learning in Korea. *Teaching and Teacher Education*, 85, 45-57.
- Chu, S. K. W., Tse, S. K., & Chow, K. C. (2011). Using collaborative teaching and inquiry project-based learning to help primary school students develop information literacy and information skills. *Library & Information Science Research*, 33(2), 132-143.
- Ergül, N. R., & Kargin, E. K. (2014). The effect of project based learning on students' science success. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 136, 537-541.
- Ganyaupfu, E. M. (2013). Teaching methods and students' academic performance. *International Journal of Humanities and Social Science Invention*, 2(9), 29-35.
- Goldstein, O. A. (2016). A project-based learning approach to teaching physics for pre-service elementary school teacher education students. *Cogent Education*, 3(1), 1200833.

- Gordon, M. (2008). Between constructivism and connectedness. *Journal of Teacher Education*, 59(4), 322-332.
- Grant, M. M. (2009). *Understanding projects in project-based learning: A student's perspective*. Paper presented at Annual Meeting of the American Educational Research Association. San Diego, CA.
- _____. (2011). Learning, beliefs, and products: Students' perspectives with project-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 5(2), 37-69.
- Grant, M. M., & Branch R. M. (2005). Project-based learning in a middle school: Tracing abilities through the artifacts of learning. *Journal of Research on Technology in Education*, 38(1), 65-98.
- Helle, L., Tynjala, P., & Olkinuora, E. (2006). Project-based learning in post-secondary education- Theory, practice and rubber sling shots. *Higher Education*, 51, 287-314.
- Holubova, R. (2008). Effective teaching methods--Project-based learning in physics. *Online Submission*, 5(12), 27-36.
- Jalinus, N., Nabawi, R. A., & Mardin, A. (2017). The seven steps of project based learning model to enhance productive competences of vocational students. *Proceedings of the International Conference on Technology and Vocational Teachers (ICTVT 2017)*, 251-256, Atlantis Press.
- Larmer, J., Mergendoller, J. R., & Boss, S. (2015). *Setting the standard for project based learning: A proven approach to rigorous classroom instruction*. Alexandria, VA: ASCD.
- Maftoon, P., Birjandi, P., & Ahmadi, A. (2013). The relationship between project-based instruction and motivation: A Study of EFL learners in Iran. *Theory and Practice in Language Studies*, 3(9), 1630-1638.
- Martinás, K., & Tremmel, B. (2014). Physics curriculum for the 21st century. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, 12(2), 176-186.
- Marwan, A. (2015). Empowering English through project-based leaning with ICT. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 14(4), 28-37.
- Mitchell, S., Foulger, T. S., Wetzel, K., & Rathkey, C. (2009). The negotiated project approach: Project-based learning without leaving the standards behind. *Early Childhood Education Journal*, 36(4), 339-346.
- Olusegun, B. S. (2015). Constructivism learning theory: A paradigm for teaching and learning. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 5(6), 66-70.
- Papert, S., & Harel, I. (1991). *Constructionism*. Norwood, NY: Ablex Publishing Corporation.
- Rieber, L. P. (2004). *Microworlds*. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (2nd ed. pp. 583-603). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Tsybulsky, D., & Muchnik-Rozanov, Y. (2019). The development of student-teachers' professional identity while team-teaching science classes using a project-based learning approach: A multi-level analysis. *Teaching and Teacher Education*, 79, 48-59.
- Wong, K. K. H., & Day, J. R. (2009). A comparative study of problem-based and lecture-based learning in junior secondary school science. *Research in Science Education*, 39(5), 625-642.
- Yoder, G., & Cook, J. (2014). Rapid conversion of traditional introductory physics sequences to an activity-based format. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 15(2), 16-23.