نشریه علمی

پژوهش در آموزش

جلد ۱، شماره ۵، پاییز ۱۳۹۴ صص ۸۶ تا ۱۰۱

دریافت مقاله: ۹۴/۰۲/۱۴

پذیرش نهایی: ۹۴/۰۷/۲۵

http://jorie.srttu.edu

بررسی ضرورت یادگیری مفاهیم ریاضی در آموزش فیزیک

اسداله مرادخانی[۱]، فاطمه احمدی[۲] ، محمد جواداسلام پور[۳] ، اشرف السادات شکرباغانی[۴]

چکیده: تاریخ به روشنی رابطه نزدیک پیشرفت همگام ریاضی و فیزیک را نشان میدهد که لاجرم این مطلب را نمیتوان در آموزش و یادگیری علوم تجربی نادیده گرفت. از این رو مقاله حاضر به بررسی اثربخشی یادآوری وآموزش پیشنیازهای دانش ریاضی بر یادگیری مفاهیم فیزیک می پردازد. طرح پژوهش به روش آزمایشی چهارگروهی سولومون با دو گروه آزمایش و دو گروه کنترل انجام شده است. جامعه آماری این پژوهش کلیه دانش آموزان پسر پایه اول متوسطه شهرستان آبدانان از توابع استان ایلام بودند که تعداد ۱۱۵ نفر از آنان در چهار گروه (دو گروه آزمایش و دو گروه کنترل) به روش نمونه گیری تصادفی خوشه ای چند مرحله ای انتخاب شدند. به منظور تحلیل داده ها از شاخصهای آمار توصیفی و آمار استنباطی نظیر تحلیل واریانس چند متغییره (MANOVA)، آزمون ویلکاکسون-مان-ویتنی و آزمون t مستقل استفاده شده است. نتایج پژوهش حاکی از آنست که یکی از دلایل اصلی عدم موفقیت دانش آموزان در یادگیری مفاهیم علم فیزیک، عدم آشنایی کافی دانش آموزان با پیش نیازهای ریاضی است. لذابرای افزایش درک مفهومی دانش آموزان از فیزیک و بهبود عملکرد آن ها در آزمون های فیزیک باید به ضرورت آموزش و یادآوری پیش نیازهای ریاضی قبل ازارائه مفاهیم، چه در ساختار کتب درسی و چه در حین تدریس، توجه شود. همچنین، در نظر گرفتن اهمیت این موضوع می تواند ما را در بهبود پیشرفت تحصیلی و جلوگیری از افت تحصیلی دانش آموزان کمک نماید.

کلیدواژه: آموزش فیزیک، پیش نیازهای دانش ریاضی، یادگیری،کلاسهای متداول فیزیک

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک ، دبیر آموزش و پرورش آبدانان.

۲- استادیار گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.(Fahmadi@srttu.edu)

۳-استادیار گروه ریاضی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.

۴-عضو هیات علمی پژوهشگاه مطالعات آموزش و پرورش

The Necessity of Learning Mathematical Concepts in Physics Education

Asadollah Moradkhani, Fatemeh Ahmadi, Mohammad Javad Eslampoor, Ashraf Shekarbaghani

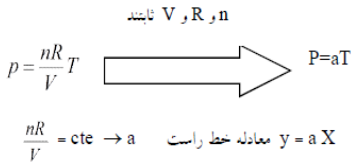
Abstract: Recently a close relationship between mathematics learning and physics learning has been shown. This paper dealt with the investigation of the effectiveness of recall and training prerequisites of mathematical knowledge on learning the physics concepts. This study was done based on Salomon four groups that two groups were selected as the experimental groups and the others as control groups. The population of this study were all the high school first grade students in Abdannan. One hundred and fifteen of them were selected by using multistage random cluster sampling. For data analysis, the Multivariate (MANOVA), Wilkinson-Mann-Whitney Test, and an independent T-Test were used. The results showed that one of the main reasons for the lack of success of students learning physics concepts was the lack of sufficient awareness of students with prerequisites of mathematical knowledge. Therefore, to increase students' conceptual understanding of physics and improve their performance on tests of physics, we must notice to the importance of training and reminding prerequisites of mathematical knowledge. Also, this issue can help us to improve the academic achievement and prevent the academic failure of students.

مقدمه

تأثیر علم فیزیک در توسعه علمی و صنعتی کشورها به اندازه ای واضح است که نیازی به اثبات و استدلال ندارد و دولت ها و ملت هایی که بخواهند کشور خود را در علوم و فن آوری به پیش ببرند باید در آموزش کارآمد فیزیک اهتمام داشته باشند. توسعه و تقویت هر شاخه از این علم عظیم، مستلزم توجه به آموزش آن است؛ با تأسف بسیار باید گفت در کشور ما به «آموزش علوم» و به خصوص «آموزش فیزیک» به عنوان یک رشته تخصصی عنایت کافی نمی شود؛ و همین بی توجهی سبب شده تا کوشش ها و سرمایه گذاری هایی که برای توسعه ی علم صورت گرفته، چنانچه باید به نتیجه ای نرسد(معتمدی،۱۳۸۶). همان طور که گالیله می نویسد کتاب طبیعت به زبان ریاضیات به نگارش درآمده است. با گذشت بیش از ۴۰۰ سال از زمانی که گالیله این کلمات را نوشته است، زبان ریاضیات که برای خواندن کتاب طبیعت مورد نیاز بود به طور فزاینده ای پیچیده تر شده است. فیزیک مجموعه ای از تجارب بشر، آمیخته ای با دستاوردهای رشد عقلی بشر در طول تاریخ با نمود ریاضیات است که هدف آن کشف و شناسایی قوانین طبیعت می باشد. به عبارت دیگر فیزیک علمی است که قوانین حاکم بر جهان طبیعت را بیان می کند. بنابراین برای ارائه این قوانین به صورت معادلات و روابط ریاضی لازم است که یک فیزیکدان با اصول و قوانین ریاضی آشنا باشد از آن جایی که ریاضیات زبان فیزیک به شمار می رود، درک کامل مفاهیم فیزیک مستلزم تسلط کامل به زبان ریاضیات می باشد(اوهانیون، ۱۳۷۱). بدین ترتیب یکی از مسائل مهم در آموزش هر مبحث از فیزیک توجه به پیش نیازهای دانش ریاضی مربوط به آن مبحث می باشد.اگر از دیدگاه تاریخی به ارتباط بین فیزیک و ریاضی نگاه کنیم می بینیم که تاریخ به روشنی رابطه ی نزدیک پیشرفت همگام ریاضی و فیزیک را نشان می دهد که نمی تواند در آموزش و یادگیری این علوم نادیده گرفته شود(تازاناکیس و همکار،۲۰۰۰). بنابراین برای بدست آوردن درک کاملی از مفاهیم فیزیک ابتدا باید به طور کامل با زبان ریاضیات که به بیان این مفاهیم می پردازد آشنایی داشته باشیم. با این حال بسیاری از دانش آموزان در هنگام انجام تکالیف مربوط به مسائل ریاضی موجود در دروس فیزیک ضعیف عمل می کنند. برای این مشکل دست کم می توان به دو دلیل ممکن و مشخص اشاره کرد:۱ – این دانش آموزان اساساً فاقد مهارت های ریاضی لازم برای حل مسائل فیزیک می باشند یا آشنایی مختصر دارند. ۲ – آنها نمی دانند چگونه از مهارت های خود برای حل مسائل مختلف فیزیک استفاده کنند(تامینارو،۲۰۰۴). با یک بررسی اجمالی کتب درسی مباحثی دیده می شود که در هنگام تدریس مطالب، دانش آموز با مهارت های ریاضی لازم آشنا نیست این موضوع باعث می شود که دانش آموز درک کاملی از آن مطلب پیدا نکند. به عنوان مثال می توان به کتاب فیزیک سال اول دبیرستان اشاره کرد. دانش آموز هنوز با توابع مثلثاتی آشنا نیست ولی باید در تعریف زاویه حد و ضریب شکست از آن استفاده نماید یا به طور همزمان با خواندن درس ضریب شکست و زاویه ی حد با توابع مثلثاتی آشنا می شود. جالب این که بعضی از معلمان ریاضی آموزش این مبحث را به آخر کتاب موکول می کنند. بنابراین در تدوین کتب درسی فیزیک باید به این نکته توجه شود که پیش نیازهای ریاضی لازم در نظر گرفته شوند. در بعضی از موارد مشاهده می شود که چون دانش آموز مهارت های ریاضی لازم را به خوبی یاد نگرفته است در حل مسائل فیزیک ناتوان دیده می شود. به عنوان مثال دانش آموز سال اول متوسطه چون مبحث مخرج مشترک و یا حل معادله ی درجه اول را که در گذشته

خوانده به خوبی یاد نگرفته است نمی تواند از آنها در حل فرمول عدسی ها و آینه ها ($\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f}$) استفاده کند و مثلاً در جواب معادله $\frac{1}{f}=\frac{1}{6}+\frac{1}{3}$ می نویسد $\frac{1}{f}=\frac{2}{9}$ یعنی صورت ها را با هم جمع و مخرج ها را نیز با هم جمع می کند.

ضعف دانش آموزان در حل مسائل ریاضی مطرح در دروس فیزیک باعث شده تا بسیاری از مؤسسات و معلمان فیزیک برخی از مسائل مهم فیزیک را که ریاضیات پیچیده تری دارند را از برنامه درسی حذف کنند در صورتی که این مفاهیم فیزیکی آنها را با بسیاری از مفاهیم مهم دیگر فیزیک آشنا می کرد که با حذف آن ها دانش آموزان فرصت مواجه شدن با این مسائل را از دست می دهند. نخستین گام ضروری در درک استفاده دانش آموزان از ریاضیات در متون فیزیک این است که ببینیم این دانش آموزان با روابط ریاضی چه می کنند و یا به عبارتی چگونه از این روابط استفاده می کنند. نمی توان گفت دانش آموزان لزوماً به همان روشی که معلمان به آنها آموزش داده اند از روابط ریاضی استفاده می کنند. استفاده از ریاضیات در متن دروس فیزیک تنها زمانی امکان پذیر می شود که پدیده مورد نظر در بافت اصلی و اولیه خود مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد. به عنوان مثال وقتی در فیزیک سال سوم دبیرستان رشته ریاضی می گوییم که نمودار فشار(p) بر حسب دمای مطلق (T) برای یک گاز کامل در فرآیند حجم ثابت به صورت یک خط راست است دانش آموز علت آن را نمی داند حال آنکه به راحتی از ریاضیات می تواند به یاد آورد که معادله یک خط راست به صورت $y = ax$ می باشد اما همین را در بافت فیزیک نمی تواند بکار ببرد. اما وقتی به دانش آموز می گوییم معادلات زیر را با هم مقایسه کند:



سپس می گوییم این دو معادله شبیه هم بوده فقط به جای y و x به ترتیب P و T نشسته اند تازه متوجه می شود که چرا نمودار به صورت یک خط راست است.

واقعیت این است که حجم تحقیقات انجام گرفته در حوزه آموزش فیزیک و مسائل مربوط به آن بسیار پایین است. چنین به نظر می رسد که جدید بودن این رشته و ضعف کارهای پژوهشی در ایران از دلایل عمده ی این کمبودها هستند. اما با این اوصاف از مجموع پژوهش هایی که تاکنون در این زمینه صورت گرفته می توان به مواردی اشاره کرد. اگر چه ارتباط مستقیمی بین موضوع مورد بررسی ما و تحقیقاتی که در پی می آیند وجود ندارد ولی با این حال از جهت طرح بحث و موانع موجود در فهم درست مسائل ریاضی و کاربرد آن ها در فیزیک می توان ارتباطی برقرار کرد. در یک نمونه اقدام پژوهی که توسط زهرا عرب خلیلی انجام شده است علل ضعف تعدادی از دانش آموزان پایه اول ابتدایی در درس ریاضی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج بدست آمده از این قرار بوده که اولاً اگر پایه تدریس بر انتقال معلومات به دانش آموزان استوار نباشد و به یک

نظام تحقیقی و فعال که کودکان محور اصلی عمل ریاضی باشند توجه شود و ثانیاً اگر محتوای مطالب آموزش ریاضی را با فعالیت های ذهنی کودکان منطبق سازند و در نهایت اگر کلاس درس ریاضی طوری اداره شود که دانش آموزان با تلاش خود و با راهنمایی معلم به اهداف آموزشی نائل شوند یادگیری بهتر و آسان تر صورت می پذیرد(خلیلی عرب،۱۳۸۲). در تحقیقی دیگر که توسط مهدی مقدم برای دریافت درجه کارشناسی ارشد آموزش ریاضی صورت گرفته، بد فهمی های مربوط به درس ریاضی در بین دانش آموزان دوره راهنمایی و دلایل این بد فهمی ها از دیدگاه دبیران مورد بررسی قرار گرفته است. بر پایه یافته های این تحقیق بد فهمی وسیعی هم در بین دانش آموزان و در پاره ای موارد حتی در بین دبیران این دوره نیز وجود دارد(مقدم،۱۳۸۶). در همین راستا ، تحقیقی نیز درباره مشکلات یادگیری دانش آموزان در درس فیزیک در بین دانش آموزان دختر و پسر اسلام شهر توسط گروه فیزیک همین شهر انجام شده است. از آن جا که روش تحقیق مورد استفاده در این مورد به صورت پیمایشی بوده، پس از ارسال پرسش نامه ها و تجزیه و تحلیل داده ها نتیجه ی این یافته ها این بوده که همه ی پرسش شوندگان به ضعف اساسی دانش آموزان در ریاضیات به عنوان مشکلی در فهم فیزیک اشاره کرده بودند(گروه فیزیک اسلامشهر).

می دانیم اگر بخواهیم فیزیک را به صورت مفهومی یاد بگیریم باید بتوانیم مسئله حل کنیم، بنابراین باید با روش های حل مسئله آشنا باشیم. بررسی اثر بخشی تدریس مبحث دینامیک به روش حل مسئله بر درک مفهومی و پیشرفت تحصیلی دانش آموزان سال دوم متوسطه شهر مشهد، عنوان تحقیق دیگری است که با استفاده از روش های آموزشی حل مسئله در توانایی مسئله گشایی فراگیران می پردازد و محقق تلاش کرده تا برتری این شیوه را که مبتنی بر درک درست مسئله و استفاده درست از ریاضیات است را نشان دهد(محمدزاده).در یک تحقیق محققانی نظیر مونک[1]، لاک هید[2] و کلمنت[3] (۱۹۸۱) حل مسأله ساده توسط دانشجویان را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیقات مشاهده شده که این دانشجویان در تبدیل صورت مسأله به مدل ریاضی با مشکلات زیادی مواجه هستند.

کلمنت و سایرین برای بررسی دقیق تر این مسأله مجموعه ای از معادلات نوشتاری را در نظر گرفتند که در زیر یک نمونه از این معادلات را مطرح می کنیم: در یک دانشگاهی ۶ بار تعداد دانشجویان از تعداد اساتید بیشتر است(که برای نشان دادن تعداد دانشجویان از حرف s و برای نشان دادن اساتید از حرف p استفاده کنید). این سؤال به ۱۵۰ دانشجوی حسابداری و ۴۷ دانشجوی ممتاز در رشته های غیر علوم ارائه شد. پاسخ درست این مسأله $s = p6$ است. با این حال ۳۷ درصد از دانشجویان حسابداری و ۵۰ درصد از دانشجویان ممتاز در رشته های غیر علوم نتوانستند پاسخ درست را بدست آورند. اشتباه مشترک همه ی آنها این بود که معادله را به صورت $6s = p$ نوشتند. کلمنت و سایرین در توضیح این اشتباه که آنها آن را تطبیق ترتیب کلمات نامیدند، تبدیل مستقیم و منظم کلمات به صورت علائم جبری می باشد. بنابراین جمله ی ۶ بار تعداد دانشجویان از اساتید بیشتر است به

1- Monk
2- Lochhead
3- Clement

این صورت نوشته می شود 6s = p ، زیرا در این جمله ترتیب ظاهر شدن کلمات در صورت مسأله به صورت ۶ ، دانشجو و استاد می باشد(کلمنت و همکاران،۱۹۸۱).

در تحقیقی که توسط تومینارو با عنوان " ارائه یک چارچوب شناختی برای بررسی و توصیف چگونگی استفاده و درک دانشجویان از ریاضیات در فیزیک مقدماتی " انجام گرفته است محقق بر این باور است که بسیاری از دانشجویان رشته فیزیک در سطح مقدماتی هنگام انجام تکالیف مربوط به حل مسائل ریاضی در درس فیزیک بسیار ضعیف عمل می کنند و از جمله عوامل آن را فقدان مهارت های ریاضی لازم برای حل مسائل فیزیک می داند و هم چنین این که دانشجویان مذکور نمی توانند مهارت های ریاضی خود را در بافت فیزیک بکار برند (تامینارو ،۲۰۰۴). از موارد دیگر می توان به پایان نامه ای با عنوان "تأثیر ساختار استراتژی حل مسئله بر عملکرد و درک مفهومی در فیزیک " که توسط استلی گایکر برای دریافت درجه دکترا در رشته آموزش فیزیک از دانشگاه پرتوریای آفریقای جنوبی ارائه و دفاع شده است ، اشاره کرد. نتایج این تحقیق بیانگر آنست که پیشرفت درک مفهومی دانشجویان با توسعه مهارت های حل مسئله و توسعه دیدگاه مفهومی نسبت به حل مسئله همراه است. هم چنین این تحقیق نشان دهنده بهبود عملکرد دانش آموزان مناطق محروم آفریقای جنوبی در آزمون های فیزیک است(گایقر،۲۰۰۴). رومان گوک طی مقاله ای با عنوان "حل مسئله بهترین راه یادگیری فیزیک " معتقد است فعالیت حل مسئله در فهم قوانین فیزیک بهدانش آموز کمک خواهد کرد و هر چه بیشتر مسئله حل کند درک او از این قوانین بیشتر خواهد بود(گوک،۲۰۰۵).

همانگونه که ذکر شد، در این پژوهش قصد داریم تأثیر آموزش پیش نیازهای ریاضی را بر چگونگی یادگیری مفاهیم فیزیک مورد بررسی قرار دهیم. لذا برای این منظور یک مبحث از فیزیک(نور هندسی) را انتخاب نمودیم.این مبحث از مباحث فیزیک کتاب اول دبیرستان استو در این پایه درس فیزیک بصورت عمومی برای همه دانش آموزان ارائه می گردد. انتخاب این مبحث بدین دلیل بود که درصد پیشرفت تحصیلی دانش آموزان در این پایه بسیار نامناسب است و شاید دلیل این نامناسبی عدم آموزش و یادآوری پیش نیازهای ریاضی باشد(گروه فیزیک اسلامشهر). لذا فرضیه های پژوهش را به صورت ساده زیر تنظیم نمودیم:

فرضیه ۱ : آموزش پیش نیازهای دانش ریاضی از جمله توابع مثلثاتی، وارون کردن اعداد کسری و ... بر یادگیری ضریب شکست، زاویه حد، عمق ظاهری و واقعی و بازتاب کلی تأثیر مثبت دارد.

فرضیه ۲ : آموزش پیش نیازهای دانش ریاضی از جمله جمع جبری اعداد کسری حل معادله درجه اول و ... بر یادگیری فرمول عدسی ها تأثیر مثبت دارد.

روش پژوهش

این پژوهش در واقع مطالعه ای شبه تجربی است که به روش چهارگروهی سولومون[1] با دو گروه آزمایش و دو گروه گواه انجام شده است (بازرگان و همکاران،۱۳۸۱). در دوگروه آزمایش قبل از تدریس، پیش نیازهای ریاضی مربوط به آن درس توسط محقق ارائه و سپس درس تدریس شد. یکی از گروههای آزمایش پیش آزمون دریافت و دیگری پیش آزمون دریافت نکرد. برای دو گروه گواه(کنترل)پیش نیازهای ریاضی مربوط به درس ارائه نشد بلکه فقط درس را ارائه گردید و به همین ترتیب، یکی از آنها پیش آزمون دریافت و دیگری دریافت نکرد.

جامعه آماری این پژوهش کلیه دانش آموزان پسر پایه اول متوسطه که در حال گذراندن درس فیزیک ۱ و آزمایشگاه در سال تحصیلی ۹۱ – ۱۳۹۰ در شهرستان آبدانان از توابع استان ایلام بوده اند. تعداد ۱۱۵ نفر به روش تصادفی خوشه ای چند مرحله ای انتخاب شدند که در ۴ گروه به روش ذیل جایگزین شدند.

گروه یک: گروه آزمایش اول است که هم پیش آزمون و هم پس آزمون را تجربه میکند (۲۸نفر).

گروه دو:گروه آزمایش دوم است که فقط پس آزمون را تجربه میکند (۲۹نفر).

گروه سه:گروه کنترل اول است که هم پیش آزمون و هم پس آزمون را تجربه میکند (۳۰نفر).

گروه چهار:گروه کنترل دوم است که فقط پس آزمون را تجربه میکند(۲۸نفر).

ابزار گردآوری داده ها

به منظور جمع آوری اطلاعات در مورد موضوع تحقیق از یک آزمون محقق ساخته که شامل ۲۰ سوال بود، استفاده شد. این آزمون در ابتدا و در انتهای دوره مطالعه در دو قالب پیش آزمون و پس آزمون برگزارشد. به منظورکنترل تأثیر هوش فردی در فرآیند یادگیری فیزیک، قبل از پیش آزمون یک آزمون تست هوش ریون از دانش آموزان مورد مطالعه به عمل آمد.برای روایی محتوایی آزمونهای پیشرفت تحصیلی، آنها را براساس طرح درسهای تهیه شده از مبحث موردنظر تهیه نمودیم و سپس به کمک پرسشنامه های نظرسنجی از اساتید و دبیران سال اول متوسطه به روایی صوری آزمونها پرداخته و برای تعیین پایایی آزمون محقق ساخته از پنج ضریب مختلف استفاده شد. این ضرایب عبارتنداز: ۱– ضریب دشواری (P)، ۲– ضریب تمیز

[1] Salomon

(D)، ۳- ضریب rpbi ، ۴- ضریب KR – 20 ، ۵– ضریب دلتای فرگوسن. جدول (۱) مقدار این ضرایب را برای نسخه ی اصلی آزمون محقق ساخته را نشان می دهد.

جدول (۱): خلاصه نتایج ضرایب نسخه اصلی

میانگین مقادیر بدست آمده	مقدار استاندارد	ضرایب پایایی
۰/۵۸	بین ۰/۳ تا ۰/۹	ضریب دشواری
۰/۴	بزرگتر از ۰/۳	ضریب تمیز
۰/۳۶	بزرگتر از ۰/۲	pbi ضریب
۰/۹۲	بزرگتر از ۰/۷	kr-20 ضریب
۰/۹۳	بزرگتر از ۰/۹	ضریب دلتای فرگوسن

قابل ذکر است که آزمون تست هوش ریون پایایی مشخصی دارد که به همان استناد شده است. جدول۲ نتایج تحلیل نمرات هوشبر همه‌ی گروهها را با هم نشان می دهد.

جدول(۲): نتایج تحلیل نمرات هوشبر همه‌ی گروهها باهم

شاخص آماری	همه‌ی گروه ها
تعداد	۱۱۵
میانه	۱۰۸
مد (نما)	۱۰۵
میانگین	۱۰۹/۳۵
واریانس	۱۲۴/۰۵۳
انحراف معیار	۱۱/۱۳۸

در اغلب مطالعات آماری ممکن است بیش از دو گروه (در اینجا چهار گروه) با یکدیگر مقایسه شوند در این صورت از تحلیل واریانس[1] برای مقایسه میانگین های مختلف استفاده می شود. چون می خواهیم متغیر هوش را کنترل کنیم و باید ببینیم بین

1- Analysis of Variance

میانگین گروهها تفاوت معنی داری وجود دارد یا ندارد، از تحلیل واریانس استفاده می کنیم. همانطوری که می دانیم در آزمون تفاوت بین دو میانگین از ملاک F نیز برای آزمون استفاده می شود.جدول ۳ نتایج تحلیل واریانس نمرات هوشبر را نشان می دهد.

جدول(۳): نتایج تحلیل واریانس نمرات هوشبر

منبع تغییرات	درجه آزادی (df)	مجموع مجذورها ss	واریانس $ms = \frac{ss}{df}$	ملاک F
بین میانگین گروه ها	۳=۴-۱=۱- K	۱۷۸/۹۵۲	۵۹/۶۵۱	۰/۴۷۴
داخل گروه ها	۱۱۱=۴- N-K=۱۱۵	۱۳۹۶۳/۱۳۵	۱۲۵/۷۹۴	

با مراجعه به جدول F برای df_1=۳ و df_2 = ۱۱۱، F جدول در سطح ۵ درصد برابر ۲/۷۰ می باشد. چون F حساب شده(۰/۴۷۴= F) از F جدول (F=۲/۷۰) کوچک تر است فرض صفر که مبین یکسان بودن میانگین ها می باشد تأیید می شود. بنابراین می توان نتیجه گرفت که نمونه همگن می باشند.

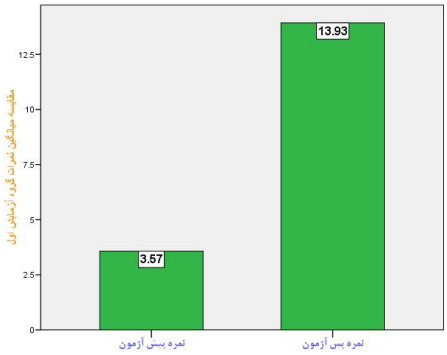
جدول (۴):آزمون اثرات بین آزمودنی ها بر متغیر یادگیری شکست نور در پس آزمون

منبع تغییرات	مجموع مربعات نوع سوم	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدارآماره f	معنی داری
کل مدل	۱۸۵۷/۰۲۷ (a)	۳	۶۱۹/۰۰۹	۲۶۶/۵۶۶	۰/۰۰۰
عرض از مبدا	۱۰۲۶۷/۳۱۵	۱	۱۰۲۶۷/۳۱۵	۴۴۲۱/۴۴۸	۰/۰۰۰
شیوه تدریس	۱۸۲۲/۳۱۶	۱	۱۸۲۲/۳۱۶	۷۸۴/۷۵۰	۰/۰۰۰
پیش آزمون	۵۰/۶۰۲	۱	۵۰/۶۰۲	۲۱/۷۹۱	۰/۰۰۰
پیش آزمون *شیوه تدریس	۶/۳۹۱	۱	۶/۳۹۱	۲/۷۵۲	۰/۱۰۰
خطا	۲۵۵/۴۳۸	۱۱۰	۲/۳۲۲		
مجموع	۱۲۴۳۹/۰۰۰	۱۱۴			
کل مجموع	۲۱۱۲/۴۶۵	۱۱۳			

بررسی اثر پیش آزمون بر متغیر یادگیری

با توجه به اینکه طرح چهار گروهی سولومون با این فرضیه مطرح می گردد که پیش آزمون اثر تصادفی متفاوتی در گروه های آزمایش و کنترل می گذارد، اکنون به بررسی این ادعا می پردازیم. روش آماری مورد استفاده در این قسمت تحقیق عبارتست از: آنالیز واریانس دوطرفه برای پس آزمون های گروه های آزمایش و کنترل.چنانچه آماره مورد نظر در این قسمت معنا دار باشد،یعنی بین عامل اول تاثیر گذار بر میزان یادگیری مبحث شکست نور (شیوه تدریس) و عامل دوم اثر گذار بر میزان یادگیری مبحث شکست نور (پیش آزمون) اثر متقابل وجود داشته باشد باید پژوهش مورد باز بینی قرار گیرد. در این قسمت با استفاده از آنالیز واریانس دو طرفه به بررسی اثر پیش آزمون بر متغیر یادگیری شکست نور پرداخته ایم.

با توجه به مقدار معناداری اثر متقابل شیوه تدریس و پیش آزمون که مقداری بزرگتر از۵٪است میتوان گفت اثر متقابلی بین شیوه تدریس و پیش آزمون وجود ندارد. بنابراین می توان گفت پیش آزمون اثر متفاوتی در دو گروه آزمایش و کنترل نداشته است و جهت بررسی اثر شیوه تدریس بایستی در ادامه تحلیل تنها دو گروه آزمایش و کنترلی را که دارای پیش آزمون و پس آزمون می باشند مورد بررسی قرار می دهیم. میانگین نمرات پیشرفت تحصیلی دو گروه آزمایش و کنترلی که دارای پیش آزمون وپس آزمون بوده اند در نمودار های زیر نشان داده شده است.

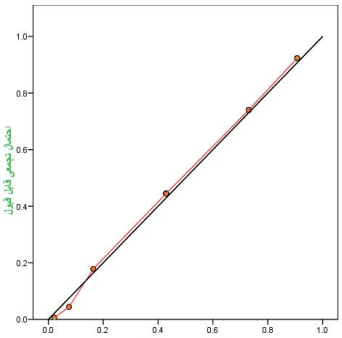


(نمودار۱ مقایسه میانگین نمرات گروه اول)

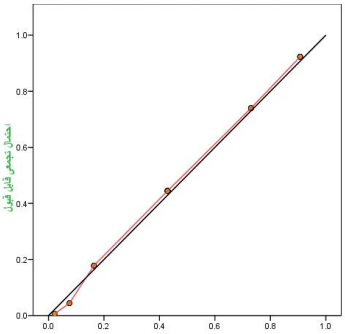
(نمودار۲ مقایسه میانگین نمرات گروه سوم)

تجزیه تحلیل داده ها

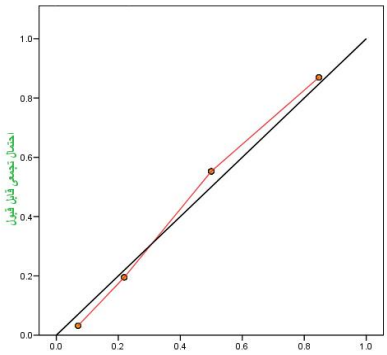
ابزار مورد نیاز برای این قسمت در صورتی که نمره های پیش آزمون وپس آزمون در دو گروه اول و سوم دارای توزیع نرمال باشند از آزمون t مستقل به همراه آزمون کردن فرض برابری واریانس های این دو گروه استفاده می شود. البته در صورتی که نمرات دانش آموزان از این توزیع پیروی نکنندازآزمونهای ناپارامتری که به آزمون من – ویتنی معروف است،استفاده می کنیم.اکنون به بررسی نرمال بودن تفاوت نمرات دانش آموزان در پس آزمون و پیش آزمون می پردازیم تا بتوانیم آزمون پارامتری t مستقل را برای گروه اول و سوم انجام دهیم.



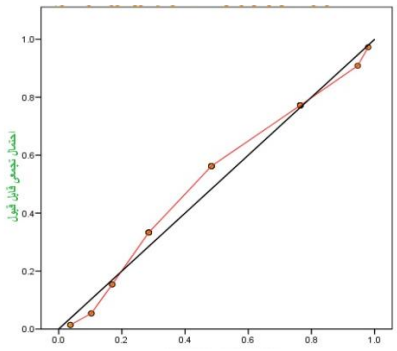
نمودار (۳): احتمال نرمال تفاضلات پس آزمون و پیش آزمون فرضیه اول در گروه اول



نمودار(۴): احتمال نرمال تفاضلات پس آزمون و پیش آزمون فرضیه دوم در گروه اول



نمودار(۵): احتمال نرمال تفاضلات پس آزمون و پیش آزمون فرضیه اول



نمودار (۶): احتمال نرمال تفاضلات پس آزمونو پیش آزمون فرضیه دوم در گروه سوم

با توجه به نموداراحتمال نرمال ملاحظه میگردد که نقاط حول خط نرمال نوسان دارند و این بدان معنا است که تفاضل نمرات در گروه اول از توزیع نرمال پیروی می کنندر ضمن مطابق اعداد مندرج در جدول ۵ مقدار آماره کلوموگروف-اسمیرنف براساس فرضیه اول برابر با۰/۱۰۳و بر مبنای فرضیه دوم پژوهش برابر با ۰/۰۸۷ است که مقدار هر دو آماره از مقدار۰/۰۵ بیشتر می باشد و این بدان معنی است که تفاضل نمرات در گروه اول بر پایه هر دو فرضیه از توزیع نرمال پیروی می کنند.

جدول(۵): آزمون کلوموگروف – اسمیرنف جهت آزمون نرمال تفاضلات نمرات در گروه اول

		تفاضلات بر اساس فرضیه دوم	تفاضلات بر اساس فرضیه اول
حجم نمونه		۲۸	۲۸
پارمترهای توزیع نرمال	میانگین	۳/۰۴	۷/۱۸
	انحراف معیار	۱/۰۷۱	۱/۲۷۸
بیشترین مقدار تفاضل	قدر مطلق	۰/۲۳۷	۰/۲۳۰
	مثبت	۰/۱۹۲	۰/۱۹۸
	منفی	-۰/۲۳۷	-۰/۲۳۰
آماره کلوموگروف – اسمیرنف		۱/۲۵۲	۱/۲۱۸
معنی دارای(آزمون دو دنباله)		۰/۰۸۷	۰/۱۰۳

جدول(۶): آزمون کلوموگروف – اسمیرنف جهت آزمون نرمال تفاضلات نمرات در گروه سوم

		تقاضلات بر اساس فرضیه اول	تقاضلات براساس فرضیه دوم
حجم نمونه		۳۰	۳۰
پارامترهای توضیع نرمال	میانگین	۱/۷۳	۰/۸۷
	انحراف معیار	۱/۷۰۱	۱/۰۰۸
بیشترین مقدار تقا ضل	قدر مطلق	۰/۱۹۶	۰/۲۵۳
	مثبت	۰/۱۶۲	۰/۱۴۷
	منفی	-۰/۱۹۶	-۰/۲۵۳
آماره گلوموگرف – اسمیرنف		۱/۰۷۲	۱/۳۸۴
معنی داری (ازمون دو دنباله)		۰/۲۰۱	۰/۰۴۳

با توجه به نموداراحتمال نرمال ملاحظه می‌گردد که نقاط حول خط نرمال نوسان دارند و این بدان معنا است که تفاضل نمرات در گروه اول از توزیع نرمال پیروی می‌کنند در ضمن مقدار آماره کلموگروف-اسمیرنف بر اساس فرضیه اول برابر با ۰/۲۰۱که از مقدار ۰/۰۵ بیشتر می باشد واین بدان معنی است که تفاضل نمرات در گروه سوم بر پایه فرضیه اول از توزیع نرمال پیروی می کنند.اما مقدار آماره کلموگروف- اسمیرنف بر اساس فرضیه دوم برابر با ۰/۰۴۳ که از مقدار۰/۰۵ کمتر می باشد واین بدان معنی است که تفاضل نمرات در گروه سوم بر پایه فرضیه دوم از توزیع نرمال پیروی نمی کنند.

بنابراین برای مقایسه گروه اول و سوم بر اساس فرضیه اول می توانیم از آزمون پارامتری t استفاده نمود چراکه هر دوگروه براساس فرضیه اول از توزیع نرمال پیروی می کنند.

اما چون گروه سوم در فرضیه دوم از توزیع نرمال پیروی نمی کند نمی توانیم از آماره t مستقل استفاده نماییم و باید از آزمون غیر پارامتری معادل آن یعنی آزمون من ویتنی استفاده کنیم.

جدول(۷): آماره میانگین تفاضلات بر اساس فرضیه‌ی اول در گروه اول و سوم

تفاوت نمرات پیشرفت تحصیلی	آزمون لوانس برای برابری واریانس ها		آزمون مقایسه میانگین ها					
	مقدار f	معنی داری	مقدار آماره T	درجه آزادی	معنی دارای (دوطرفه)	میانگین تفاضلات	فاصله اطمینان ۹۵٪	
با فرض برابری واریانس ها	۲/۵۵۰	۰/۱۱۶	۱۳/۷۰۸	۵۶	۰/۰۰۰	۵/۴۴۵	۴/۶۴۹	۶/۲۴۱
با فرض عدم برابری واریانس ها			۱۳/۸۴۲	۵۳/۶۲۷	۰/۰۰۰	۵/۴۴۵	۴/۶۵۶	۶/۲۳۴

با توجه به نتایج مندرج در جدول (۷) اختلاف بین میانگین تفاوت نمرات پس آزمون و پیش آزمون یادگیری درگروه اول۷/۱۸ است و اختلاف بین میانگین نمرات پیش آزمون و پس آزمون یادگیری در گروه سوم ۱/۷۳ است. با توجه با نتاج مندرج در جدول ۸ مقدار معنی داری آزمون دو طرفه برابر با صفر که کمتر از۰/۰۵می باشد بنابراین فرضیه ی صفر پذیرفته نمی شود یعنی می توان گفت بین شیوه تدریس نوین در مقایسه با شیوه تدریس متداول تفاوت قابل ملاحظه ای وجود دارد و از طرفی دیگر مقدار آماره t برابر ۱۳/۷۰۸ است که این مقدار مثبت می باشد و با توجه به این مطلب که در این پژوهش نمرات گروه آزمایش از گروه کنترل کسر شده اند می توان گفت روش جدید آموزش نسبت به روش متداول در میزان پیشرفت یادگیری دانش آموزان سال اول دبیرستان در مباحث ضریب شکست، زاویه حد، عمق ظاهری و واقعی و بازتاب کلی درس فیزیک از اثر بخشی بیشتری برخوردار بوده است و فرضیه اول تحقیق پذیرفته می شود.

جدول (۸): آزمون t مستقل برای مقایسه میانگین ها بر مبنای فرضیه اول پژوهش

گروه	حجم نمونه	میانگین تفاضلات	انحراف استاندارد	انحراف استاندارد میانگین
اول	۲۸	۷/۱۸	۱/۲۷۸	۰/۲۴۷
سوم	۳۰	۱/۷۳	۱/۷۰۱	۰/۳۱۰

همان طوری که قبلاً گفته شد چون گروه سوم در فرضیه دوم از توزیع نرمال پیروی نمی کند نمی توانیم از آمارهt مستقل استفاده نماییم و باید از آزمون ناپارامتری معادل آن یعنی آزمون من– ویتنی استفاده کنیم.

جدول (۹): میانگین رتبه های دو گروه اول و سوم

گروه	حجم نمونه	میانگین رتبه	مجموع رتبه ها
اول	۲۸	۴۲/۲۵	۱۱۸۳/۰۰
سوم	۳۰	۱۷/۶۰	۸/۵۲/۰۰
مجموع	۵۸		

جدول (۱۰):آزمون ویلکاکسون – مان – ویتنی

	گروه اول
U من - ویتنی	۶۳/۰۰۰
W ویلکاکسون	۵۲۸/۰۰۰
آمارهZ	-۵/۶۶۹
(۲- دنباله) معنی داری	۰/۰۰۰

براساس نتایج مندرج در جداول (۹) و (۱۰) و براساس مقدار معنی داری صفر که کوچکتراز ۰/۰۵ است فرضیه‌ی صفر که مبین عدم تفاوت در میانگین رتبه های دو گروه است رد می شود یعنی تفاوت قابل توجهی در میانگین رتبه ها و در نتیجه تفاوت در میانگین نمرات دو گروه تأیید می شود و می توان گفت روش جدید آموزش نسبت به روش آموزش متداول در میزان پیشرفت یادگیری دانش آموزان سال اول دبیرستان در مباحث فرمول عدسی ها از اثر بخشی بیشتری برخوردار بوده است و فرضیه ی دوم تحقیق نیز تأیید می شود.

بحث و نتیجه گیری

همان‌طوری‌که ملاحظه گردید با توجه به نتایج مندرج در جدول ۷ اختلاف بین میانگین تفاوت نمرات پس آزمون و پیش آزمون یادگیری درگروه آزمایش اول ۷/۱۸ است و اختلاف بین میانگین نمرات پیش آزمون و پس آزمون یادگیری در گروه کنترل اول ۱/۷۳ است. با توجه با نتاج مندرج در جدول ۸ مقدار معنی داری آزمون دو طرفه برابر با صفر که کمتر از ۰/۰۵می باشد بنابراین فرضیه ی صفر پذیرفته نمی شود،یعنی می توان گفت بین شیوه تدریس نوین در مقایسه با شیوه تدریس متداول تفاوت قابل ملاحظه ای وجود دارد. از طرفی، مقدار آماره t برابر ۱۳/۷۰۸ است که این مقدار مثبت می باشد و با توجه به این مطلب که در این پژوهش نمرات گروه آزمایش از گروه کنترل کسر شده اند می توان گفت روش جدید آموزش نسبت به روش متداول در میزان پیشرفت یادگیری دانش آموزان سال اول دبیرستان در مباحث ضریب شکست ، زاویه حد ، عمق ظاهری و واقعی و بازتاب کلی درس فیزیک از اثر بخشی بیشتری برخوردار بوده است و فرضیه اول تحقیق پذیرفته میشود.همچنین براساس نتایج مندرج در جداول ۹ و۱۰ و براساس مقدار معنی داری صفر که کوچکتراز ۰.۰۵ است فرضیه‌ی صفر که مبین عدم تفاوت در میانگین رتبه های دو گروه است رد می شود یعنی تفاوت قابل توجهی در میانگین رتبه ها و در نتیجه تفاوت در میانگین نمرات دو گروه تأیید می شود و می توان گفت روش جدید آموزش نسبت به روش آموزش متداول در میزان پیشرفت یادگیری دانش آموزان سال اول دبیرستان در مباحث فرمول عدسی ها از اثر بخشی بیشتری برخوردار بوده است و فرضیه ی دوم تحقیق نیز تأیید می شود. از یافته های این پژوهش می توان نتیجه گرفت که یکی از دلایل عدم موفقیت دانش آموزان در یادگیری مفاهیم فیزیک، عدم آشنایی کافی دانش آموزان با پیش نیازهای ریاضی است.

یافته های این پژوهش با تحقیقی که خلیلی درباره علل ضعف تعدادی از دانش آموزان در درس ریاضی انجام داده همخوانی دارد و از نظر تاکید آن در اهمیت مفاهیم پایه ریاضی مشابهت دارد. همچنین در تحقیق دیگری که توسط مقدم و نیز تحقیق دیگری که توسط گروه فیزیک اسلام شهر در خصوص بد فهمی های مربوط به درس ریاضی انجام شده نیز همخوانی دارد. بر پایه یافته های این تحقیق بدفهمی وسیعی هم در بین دانش آموزان و در پاره ای موارد حتی بین دبیران این دوره نیز وجود دارد، این بدفهمی ها باعث می شود تا دانش آموز درس ریاضی را به خوبی یاد نگیرد و ناتوانی در فهم درس ریاضی بر اساس یافته های پژوهش حاضر باعث ناتوانی در فهم درس فیزیک می شود.

تاکید بر وجود مهارت ریاضی برای حل مسائل فیزیک در تحقیق تومینارو(۲۰۰۴) نیز به صراحت همان نتایجی را تاکید کرده که در پژوهش حاضر نیز تأیید شده اند.

در تحقیقی که توسط رمان گوک (۲۰۰۵) صورت گرفت، در آن به تاثیر حل مسئله در فهم قوانین فیزیک اشاره شده است. هرچند این تحقیق به طور مستقیم با یافته های ما ارتباط ندارد اما ضرورت درک روابط بین متغیرها و تاثیر این فهم بر حل مسائل در فیزیک می تواند با یافته های پژوهشی ما مشابهت داشته باشد.

و در پایان باید به تحقیقاتی که توسط هرسکویکس و کایرن (۱۹۸۰) و بعداً کایرن (۱۹۸۱)؛ کلمنت و لاک هیدو مونک (۱۹۸۱) ؛ همچنین روزیر و وینوت (۱۹۹۱) انجام شده است اشاره کرد. در این تحقیقات تفسیر نادرست از یک معادله جبری (علامت تساوی ، ماهیت یک متغیر در معادله جبری و رابطه میان متغیرها) باعث شده است که دانش آموزان در استدلال های درس فیزیک دچار مشکل شوند و به عبارت دیگر ناتوانی در فهم درس ریاضیات باعث ناتوانی در فهم درس فیزیک شده است و این با یافته های پژوهش ما مطابقت دارد.

نتایج پژوهش نشان می دهد که یکی از دلایل اصلی عدم موفقیت دانش آموزان در یادگیری مفاهیم علم فیزیک، عدم آشنایی کافی آنها با پیش نیازهای ریاضی است. لذابرای افزایش درک مفهومی دانش آموزان و بهبود عملکردشان در آزمون های فیزیک باید به ضرورت آموزش و یادآوری پیش نیازهای ریاضی قبل ازِارائه مفاهیم، چه در ساختار کتب درسی و چه در حین تدریس، توجه شود.لذا باید در تألیف کتب آموزشی فیزیک پیش نیازهای ریاضی مورد نیاز در نظر گرفته شود. به عنوان مثال دانش آموز قبل از اینکه سرعت لحظه ای یا شتاب را بخواند باید در درس ریاضیات مشتق را خوانده باشد، یا قبل از خواندن زوایه ی حد با نسبت های مثلثاتی آشنا شده باشد. همچنین به مؤلفان کتب درسی پیشنهاد می شود که در ابتدای هر فصل مفاهیم ریاضی مورد نیاز آن فصل به صورت یادداشت های ریاضی آورده شود. از طرفی، با توجه به حجم مطالب و یادآوری و آموزش مفاهیم مورد نیاز، مدت زمان لازم برای تدریس بسیار اندک است. بنابراین پیشنهاد می شود زمان تدریس هفتگی درس فیزیک به گونه ای افزایش یابد تا حجم مطالب و ساعات آموزشی آنها متناسب گردد.

منابع و مآخذ

۱- عرب خلیلی، زهرا (۱۳۸۲). علل ضعف تعدادی از دانش آموزان پایه اول ابتدای در درس ریاضی.

۲- گروه فیزیک اسلام شهر(۱۳۸۶). مشکلات یاد گیری دانش آموزان در درس فیزیک.

۳- محمد زاده ، سید احمد (۱۳۸۷).بررسی اثر بخشی تدریس مبحث دینامیک به روش حل مسئله بر درک مفهومی و پیشرفت تحصیلی دانش آموزان سال دوم متوسطه شهر مشهد .۸۷-۱۳۸۶.

۴- معتمدی، اسفندیار(۱۳۸۶). آموزش پژوهش محور. انتشارات لوح زرین، چاپ اول.

۵- مقدم ،مهدی (۱۳۸۵). بدفهمی های مربوط به درس ریاضی در بین دانش آموزان دوره راهنمایی و دلایل این بد فهمی ها از دیدگاه دبیران.

۶- هانس سی ،اوهانیون (۱۳۷۱). فیزیک اوهانیون جلد اول. ترجمه ناهید ملکی جیر سرایی، چاپخانه انتشارات علمی و فرهنگی ، چاپ اول.

1- Clement, J., Lochhead, j., and Monk, G. s. (1981). "Translation difficulties in learning mathematics". American Mathematical Monthly ; V88 n4 p286- 290.

2- Gaigher, E .(2004) ."The effect of a structured problem solving strategy on performance and understanding in physics". submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree phD (science education).

3- Goc. R. (2005) . "problems solving-the best way to learn physics".

4- Tazanakis, c. & Thomaidis, Y. (2000)."Integrating the close historical development of mathematics and physics in mathematics education : some method logical and epistemological remarks".for lerning of mathematics 20 No1,HH-55.

5- Tuminaro, J. (2004). "A cognitive framework for analyzing and describing introductory student use understanding of mathematics in physics" .University of Maryland.200H.