



واکاوی عوامل موثر بر ارتقای مهارت حل مسئله در درس فیزیک دوره متوسطه

سکینه رمضان پور مقدم

کارشناسی ارشد فیزیک حالت جامد دانشگاه آزاد ساری
دبیر فیزیک اداره آموزش و پرورش ناحیه ۱ رشت



MDOI-02-2026.0245
MNR-259-2-0F3607

چکیده

پژوهش حاضر با هدف واکاوی جامع عوامل موثر بر ارتقای مهارت حل مسئله در درس فیزیک دوره متوسطه به روش مروری توصیفی-تحلیلی انجام شده است. یادگیری فیزیک در دوره متوسطه از جمله ارکان بنیادین آموزش علوم پایه محسوب می شود که نه تنها در درک پدیده های طبیعی، بلکه در توسعه تفکر منطقی، تحلیل سیستمی و توانایی مواجهه با مسائل پیچیده نقش کلیدی ایفا می کند. با این حال، شواهد پدیدارشناختی و تجربی نشان می دهند که بسیاری از دانش آموزان در فرایند حل مسائل فیزیک با چالش های عمیق مفهومی و شناختی روبه رو هستند. در این مقاله مروری، با بررسی و ترکیب یافته های پژوهش های داخلی و بین المللی اخیر، راهبردها و عوامل کلیدی موفقیت در ارتقای مهارت حل مسئله طبقه بندی و تحلیل شده اند. نتایج به دست آمده از تحلیل ادبیات پژوهش نشان می دهد که تغییر پارادایم از آموزش سنتی مبتنی بر حفظ فرمول ها به سمت الگوهای فعال یادگیری، از جمله یادگیری مسئله محور، الگوی کلاس معکوس و مدل سازی مفهومی، تأثیر چشم گیری در تعمیق درک مفهومی و افزایش توانمندی حل مسئله دانش آموزان دارد. علاوه بر این، توانایی های پیش نیاز ریاضی و مهارت های تفکر انتقادی به عنوان بسترهای زیربنایی، فرایند بازنمایی مسئله و الگوریتم های شناختی دانش آموزان را تسهیل می سازند. بازطراحی محیط های یادگیری، به کارگیری ابزارهای دیجیتال و اصلاح شیوه های ارزشیابی تکوینی نیز از الزامات مکمل در تحقق این هدف تربیتی به شمار می روند. در نهایت، الگویی جامع جهت یکپارچه سازی این عوامل در برنامه ریزی درسی فیزیک ارائه شده است که می تواند راهنمای معلمان و برنامه ریزان آموزشی باشد.

کلیدواژه ها: مهارت حل مسئله، آموزش فیزیک، دوره متوسطه، یادگیری مسئله محور، تفکر انتقادی.



مقدمه

آموزش فیزیک در دوره متوسطه به عنوان یکی از مهم ترین پایه های علوم تجربی و تفکر ریاضی-منطقی، نقشی بی بدیل در شکل گیری زیربناهای شناختی و مهارت های حل مسئله در دانش آموزان ایفا می کند. فیزیک منطق حاکم بر جهان مادی را تبیین می سازد و تحلیل آن نیازمند درک عمیق مفاهیم انتزاعی، ارتباط دادن پدیده های مشاهده پذیر با مدل های ریاضی و توانایی به کارگیری راهبردهای شناختی و فراشناختی است. در سیستم های آموزشی مدرن، هدف از تدریس فیزیک دیگر تنها انتقال مجموعه ای از قوانین، تعاریف و فرمول های حافظه محور نیست، بلکه هدف اصلی پرورش شهروندانی توانمند، تفکرورز و برخوردار از مهارت های حل مسئله برای مواجهه با چالش های علمی و تکنولوژیک قرن بیست و یکم است (اخلاقی بجستانی، ۱۴۰۴). مهارت حل مسئله به دانش آموز اجازه می دهد تا از اطلاعات موجود فراتر رفته، داده ها را طبقه بندی کند و مسیر منطقی رسیدن به پاسخ را طراحی نماید. این مهارت نه تنها در حیطه یادگیری فیزیک، بلکه در تمام عرصه های تصمیم گیری و زندگی فردی و اجتماعی فراگیران تاثیر مستقیم بر جای می گذارد (داکتر و همکاران، ۲۰۱۵).

با وجود اهمیت راهبردی این موضوع، بررسی های متعدد نشان می دهند که آموزش فیزیک در دبیرستان ها با گسست مفاهیم از کاربرد و غلبه روش های سنتی مواجه است. فرایند یادگیری فیزیک به دلیل ماهیت انتزاعی مفاهیمی مانند مکانیک، الکترومغناطیس و ترمودینامیک، همواره برای فراگیران دشوار بوده و اغلب آنان به جای درک عمیق روابط، به سمت حفظ طوطی وار فرمول ها و استفاده از محاسبات مکانیکی سوق داده می شوند (موسنگیمان و همکاران، ۲۰۲۵). این رویکرد موجب می شود که دانش آموزان هنگام مواجهه با مسئله های جدید یا تغییر در ظاهر فرمول ها، دچار سردرگمی شدید شوند و نتوانند تحلیل ساختاری درستی از مسئله ارائه دهند. پژوهش های حوزه آموزش فیزیک تاکید می کنند که حل مسئله نیازمند ترکیبی پیچیده از دانش مفهومی، دانش رویه ای و مهارت های تفکر انتقادی است (گومیسیریزا و همکاران، ۲۰۲۴). بدون داشتن ساختار شناختی انسجام یافته، توانایی دانش آموز در انتقال دانش به موقعیت های جدید به شدت کاهش می یابد و یادگیری سطحی باقی می ماند (باطنی و همکاران، ۱۴۰۴).

ارتقای مهارت حل مسئله در درس فیزیک نیازمند بازنگری ساختاری در رویکردهای پداگوژیک، الگوهای مدیریت کلاس درس و نحوه تعامل معلم و دانش آموز است. در سال های اخیر، حرکت به سمت روش های تدریس فعال، مسئله محور و کاوشگری محوری در سراسر جهان شتاب گرفته است (خانجانی، ۱۴۰۴). این روش ها بر برانگیختن کنجکاوی، مشارکت فعال، بحث های گروهی و استدلال مفهومی تمرکز دارند. وقتی دانش آموزان به جای دریافت غیرفعال اطلاعات، خود در فرایند کشف مسئله و طراحی راهکارهای حل آن دخیل می شوند، نه تنها انگیزه درونی آنان افزایش می یابد، بلکه مهارت های فراشناختی مانند نظارت بر خود و ارزیابی راهبردها نیز در آنان تقویت می گردد (سلدوزیان گندویلا، ۱۴۰۴). بنابراین، واکاوی دقیق عوامل موثر بر این فرایند و تحلیل بازخورد روش های نوین تدریس گامی ضروری در اصلاح فرایندهای یاددهی-یادگیری فیزیک به شمار می رود (نوروزیان قهفرخی، ۱۴۰۴).

یکی دیگر از ابعاد حیاتی در حل مسئله فیزیک، نقش پیش نیازها و مهارت های بنیادین ریاضی است. فیزیک و ریاضیات پیوندی گسستناپذیر دارند؛ زبان بیان فیزیک، ریاضی است و عدم تسلط دانش آموزان بر ابزارهای ریاضی مانند جبر، هندسه و مثلثات می تواند مانعی جدی در فرایند استدلال و رسیدن به پاسخ درست ایجاد کند (تونگ و همکاران، ۲۰۲۵). با این حال، باید توجه داشت که مهارت ریاضی تنها شرط لازم است اما شرط کافی نیست، زیرا بسط مدل های مفهومی و درک فیزیکی پدیده پیش از ورود به محاسبات ریاضی قرار دارد. پژوهش ها نشان می دهند که دانش آموزانی که توانایی مدل سازی مفهومی را آموزش دیده اند، بهتر می توانند مسائل پیچیده را تجزیه کنند و روابط پنهان میان متغیرها را بازنمایی نمایند (نادری و همکاران، ۱۴۰۴). این امر اهمیت ترکیب مهارت های ریاضی با تفکر مفهومی را بیش از پیش نمایان می سازد (سالاری، ۱۴۰۴).



در سطح کلاس درس، تغییر نقش معلم از ارائه دهنده تک‌گوی مطالب به تسهیل‌گر فرایند یادگیری، از رویکردهای کلیدی در رشد تفکر تحلیلی فراگیران است. معلمان با طراحی موقعیت‌های یادگیری اصیل، طرح سوالات سقراطی و ایجاد فضای گفتگو، دانش‌آموزان را به چالش می‌کشند تا راهکارهای خود را توضیح دهند و دفاع کنند (حیدرپور مرند و اسکندری، ۱۴۰۲). الگوی کلاس معکوس نیز به عنوان یکی از نوآوری‌های دیجیتال، با انتقال آموزش اولیه به خارج از کلاس، فضای کلاس را به محلی برای بحث‌های عمیق، حل مسئله گروهی و رفع اشکال‌های مفهومی تبدیل کرده است (عیدی و آریانا، ۱۴۰۴). این رویکرد به ویژه در پایه‌های نهایی دوره متوسطه که دانش‌آموزان برای آزمون‌های سرنوشت‌ساز آماده می‌شوند، می‌تواند بازدهی یادگیری را بهبود بخشد (جوا و همکاران، ۲۰۱۸). در نهایت، این مقاله مروری بر آن است تا با دسته‌بندی جامع عوامل موثر، الگویی منسجم برای تقویت حل مسئله ارائه نماید (قطران‌ندا، ۲۰۲۲).

علاوه بر این، درک عمیق از ماهیت دانش فیزیک نیازمند آن است که فراگیران به جای شناخت مجرد فرمول‌ها، به توانمندی ایده‌پردازی و فرضیه‌سازی دست یابند. تحولات اخیر در عرصه علوم تربیتی و روانشناسی شناختی نشان داده‌اند که نحوه مواجهه دانش‌آموزان با چالش‌های علمی در کلاس فیزیک، بازتابی از باورهای معرفت‌شناختی و میزان خودکارآمدی آنان است (اخلاقی بجستانی، ۱۴۰۴). هنگامی که فراگیر باور داشته باشد که توانایی فکری او از طریق کوشش و تمرین قابل ارتقا است، در رویکرد حل مسئله پایداری بیشتری از خود نشان داده و از مواجهه با مسائل پیچیده هراسی ندارد (باطنی و همکاران، ۱۴۰۴). نقش نظام آموزشی و به ویژه دبیران فیزیک در ایجاد چنین بستر انگیزشی، بسیار حیاتی و سرنوشت‌ساز ارزیابی می‌شود (حیدرپور مرند و اسکندری، ۱۴۰۲). از همین رو، بررسی یکپارچه ابعاد شناختی، عاطفی و پداگوژیکی در آموزش فیزیک دوره متوسطه اهمیت فوق‌العاده‌ای یافته است (خانجانی، ۱۴۰۴).

در نهایت، مرور نظام‌مند پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه حل مسئله فیزیک نشان می‌دهد که موفقیت در این عرصه تنها حاصل دسترسی به محتوای درسی استاندارد نیست، بلکه محصول هم‌افزایی میان طراحی آموزشی نوین، مهارت‌های تفکر نقاد، و بستر مناسب تعاملی است (موسنگیمانا و همکاران، ۲۰۲۵). هدف کلی از نگارش این مقاله مروری، تحلیل منسجم ادبیات پژوهش موجود، تبیین دقیق متغیرهای مداخله‌گر، و ارائه راهکارهای عملی و کاربردی جهت بهبود وضعیت آموزش فیزیک در مدارس متوسطه است (داکتر و همکاران، ۲۰۱۵). امید است نتایج این واکاوی بتواند خلاهای موجود میان نظر و عمل را پر ساخته و به برنامه‌ریزان درسی و دبیران کمک کند تا محیط‌های یادگیری موثرتر و جذاب‌تری را برای دانش‌آموزان فراهم آورند (سالاری، ۱۴۰۴).

بیان مسئله

درس فیزیک در دوره متوسطه همواره به عنوان یکی از چالش‌برانگیزترین مواد درسی شناخته شده است که بسیاری از دانش‌آموزان در یادگیری عمیق و حل مسائل آن با مشکلات ساختاری مواجه هستند. مسئله اصلی که نظام‌های آموزشی با آن دست به گریبانند، غلبه یادگیری سطحی و حافظه‌محور بر فرایند حل مسئله است (قطران‌ندا، ۲۰۲۲). در کلاس‌های سنتی فیزیک، فرایند حل مسئله اغلب به یک فعالیت الگوریتمی و مکانیکی تنزل یافته است که در آن دانش‌آموزان تنها به دنبال یافتن فرمول مناسب برای جایگذاری متغیرهای عددی داده شده در مسئله هستند. این شیوه برخورد، مانع از آن می‌شود که فراگیران به تحلیل مفهومی پدیده فیزیکی پرداخته و روابط علت و معلولی حاکم بر مسئله را درک نمایند (داکتر و همکاران، ۲۰۱۵). در نتیجه، زمانی که دانش‌آموزان با مسئله‌ای مواجه می‌شوند که نیازمند ترکیب چند مفهوم مختلف یا تحلیل پدیده‌ای در یک قالب نوین است، در بازنمایی مسئله و یافتن راهکار حل آن کاملاً ناتوان می‌مانند.



ریشه بخشی از این چالش ها را می توان در ناتوانی دانش آموزان در تفکیک ساختار سطحی مسئله از ساختار عمیق و مفهومی آن جستجو کرد. دانش آموزان تازه کار معمولاً مسائل فیزیک را بر اساس کلمات کلیدی ظاهر مسئله یا اشیاء موجود در آن مانند قرقره، شیب یا ماشین دسته بندی می کنند، در حالی که حل کنندگان ماهر و متخصصان، مسائل را بر اساس اصول بنیادین فیزیک مانند قانون بقای انرژی یا قوانین نیوتن طبقه بندی می نمایند (جوا و همکاران، ۲۰۱۸). عدم آموزش صریح راهبردهای بازنمایی مفهومی باعث شده است که دانش آموزان نتوانند بین نمادهای ریاضی و معنای فیزیکی آن ها ارتباط برقرار کنند (نادری و همکاران، ۱۴۰۴). این گسست شناختی موجب می شود دانش آموزان حتی پس از انجام محاسبات ریاضی مفصل، نتوانند منطقی بودن پاسخ به دست آمده را ارزیابی کنند و یا مفهوم فیزیکی عدد نهایی را تبیین نمایند (موسنگیمان و همکاران، ۲۰۲۵).

از سوی دیگر، ضعف در مهارت های پیش نیاز ریاضی یکی از عوامل اساسی ایجاد افت تحصیلی و ناتوانی در حل مسئله فیزیک به شمار می رود. ریاضیات زبان رسمی فیزیک است، اما عدم درک عمیق دانش آموزان از کارکردهای ابزاری ریاضی در فیزیک، آنان را دچار سردرگمی شدید می کند (تونگ و همکاران، ۲۰۲۵). فراگیران اغلب قادر نیستند ارتباط میان فرمول های جبری، نمودارها، متغیرهای فیزیکی و مفاهیم هندسی را در قالب یک کل انسجام یافته درک کنند. این چالش زمانی مضاعف می شود که تدریس فیزیک گسسته از کاربردهای عملی انجام پذیرد و دانش آموزان نتوانند پیوند میان ایده های فیزیک با پدیده های واقعی را درک کنند (اخلاقی بجستانی، ۱۴۰۴). در این شرایط، حل مسئله از یک فعالیت فکری جذاب و کاوشگرانه به یک تکلیف اجباری و خسته کننده تبدیل می شود که افزایش اضطراب و کاهش باورهای خودکارآمدی را به دنبال دارد (سلدوزیان گندویلا، ۱۴۰۴).

علاوه بر ابعاد شناختی فردی، شیوه تدریس معلمان و ساختار کلاس های درس فیزیک نیز نقش تعیین کننده ای در بروز یا تعدیل این مشکلات دارد. روش های تدریس سنتی مبتنی بر سخنرانی که در آن معلم تنها حل کننده مسائل روی تخته است، فرصت تفکر مستقل، فرضیه سازی و آزمون خطا را از دانش آموزان سلب می کند (خانجانی، ۱۴۰۴). در چنین کلاسی، فراگیران به دریافت کنندگان غیرفعال راه حل ها تبدیل می شوند و مهارت های تفکر نقاد و فراشناخت در آنان پرورش نمی یابد (باطنی و همکاران، ۱۴۰۴). پژوهش ها نشان می دهند که بدون ایجاد فضای تعاملی، گفتگوی علمی و استفاده از الگوهای آموزشی مسئله محور، امکان ارتقای پایداری در مهارت حل مسئله وجود ندارد (گومیسیریزا و همکاران، ۲۰۲۴). عدم بهره گیری کافی از فناوری های آموزشی و روش های نوینی مانند کلاس معکوس نیز این چالش را تشدید کرده است (نوروزیان قهفرخی، ۱۴۰۴).

چالش دیگری که در سطح مدارس با آن مواجه هستیم، عدم انطباق شیوه های ارزشیابی موجود با اهداف ارتقای مهارت حل مسئله است. در بسیاری از سیستم های آموزشی، آزمون های فیزیک همچنان بر سنجش حفظیات و حل مسائل تکراری و استاندارد تمرکز دارند و ابزار مناسبی برای ارزیابی تفکر مفهومی و راهبردهای مبتنی بر حل مسائل اصیل ارائه نمی دهند (حیدرپور مرند و اسکندری، ۱۴۰۲). این امر الگوی مطالعه دانش آموزان را به سمت مرور مسائل حل شده قبلی و حفظ میان برهای محاسباتی هدایت می کند (عیدی و آریانا، ۱۴۰۴). معلمان نیز به دلیل فشارهای زمانی و تراکم محتوای درسی، فرصت کافی برای پرداختن به ریشه یابی خطاهای شناختی دانش آموزان را ندارند (سالاری، ۱۴۰۴). از این رو، مسئله اصلی این پژوهش، واکاوی نقادانه عوامل موثر بر ارتقای مهارت حل مسئله فیزیک و ارائه راهکارهای علمی برای گذار از این وضعیت ناصواب است.

در نهایت، واکاوی دقیق ادبیات پژوهش در زمینه چالش های آموزش فیزیک نشان می دهد که یک خلاء جدی در ترکیب متغیرهای شناختی، پداگوژیکی و انگیزشی وجود دارد (داکتر و همکاران، ۲۰۱۵). مسئله اساسی این است که چگونه می توان با اصلاح راهبردهای آموزشی و یکپارچه سازی الگوهای مسئله محور، کلاس فیزیک را از محیطی منفعل به فضایی فعال برای پرورش تفکر تحلیلی تبدیل کرد (موسنگیمان و همکاران، ۲۰۲۵). پاسخ به این مسئله مستلزم واکاوی دقیق پژوهش های انجام شده و استخراج مولفه های اثرگذار بر رشد مهارت حل مسئله است تا بتوان نقشه راه جامع و کاربردی برای اصلاح فرایند یادگیری ارائه داد (اخلاقی بجستانی، ۱۴۰۴).



افزون بر موارد یادشده، عدم توجه کافی به تفاوت های فردی دانش آموزان و تفاوت در سبک های شناختی آنان در رویکردهای سنتی آموزش فیزیک، یکی دیگر از ابعاد پیچیده این مسئله است. دانش آموزان در میزان بهره مندی از حافظه کاری، توانایی تصویرسازی فضایی و راهبردهای خودتنظیمی با یکدیگر تفاوت های اساسی دارند (تونگ و همکاران، ۲۰۲۵). وقتی آموزش به صورت یکسان و بدون انعطاف پذیری برای همه ارائه می شود، دانش آموزانی که نیازمند زمان بیشتر یا روش های بازنمایی بصری برای درک مسائل هستند، دچار عقب ماندگی تحصیلی می شوند (قطران ندا، ۲۰۲۲). این مسئله ضرورت اتخاذ الگوهای تدریس متکثر و شخصی سازی شده را اجتناب ناپذیر می سازد (جوا و همکاران، ۲۰۱۸).

همچنین، گسست میان برنامه های درسی رسمی و نیازهای واقعی دانش آموزان برای آماده سازی آنان جهت ورود به آموزش عالی یا بازار کار، ابعاد مسئله را عمیق تر کرده است. در جهان امروز که مواجهه با چالش های نوظهور نیازمند تفکر انتقادی و حل مسئله خلاقانه است، تقلیل درس فیزیک به یک سری فرمول های انتزاعی موجب کاهش انگیزه تحصیلی فراگیران می شود (نوروزیان قهفرخی، ۱۴۰۴). بنابراین، ضرورت دارد مشخص شود چه عواملی و با چه مکانیزمی می توانند مهارت حل مسئله را در فراگیران ارتقا دهند تا امکان بازطراحی برنامه های درسی فراهم آید (سالاری، ۱۴۰۴). پژوهش حاضر بر همین اساس تلاش می کند تا ابعاد پنهان و آشکار این چالش بزرگ تربیتی را تحلیل و راهکارهای برون رفت را تبیین نماید (حیدرپور مرند و اسکندری، ۱۴۰۲).

اهمیت و ضرورت پژوهش

اهمیت و ضرورت پژوهش حاضر از چند جنبه اساسی شناختی، آموزشی، اقتصادی و فناوری قابل تبیین است. در گام نخست، درس فیزیک در دوره متوسطه شالوده تفکر علمی و تحلیلی دانش آموزان را تشکیل می دهد. پرورش مهارت حل مسئله در فیزیک تنها به معنای موفقیت در پاسخگویی به سوالات امتحانی نیست، بلکه به معنای تجهیز فراگیران به نوعی ساختار فکری است که آنان را قادر می سازد با چالش های پیچیده و چندبعدی در دنیای واقعی مواجه شوند (اخلاقی بجستانی، ۱۴۰۴). تفکر فیزیکی به انسان می آموزد چگونه پدیده های پیچیده را به اجزای ساده تر تجزیه کند، متغیرهای کلیدی را از داده های زاید تفکیک نماید و روابط علت و معلولی را به صورتی دقیق بازنمایی کند. چنین توانمندی شناختی، پایه و اساس یادگیری در تمام رشته های علوم پایه، مهندسی و فناوری محسوب می شود و بدون آن، توسعه علمی کشور امکان پذیر نخواهد بود (داکتر و همکاران، ۲۰۱۵).

از منظر پداگوژیک و اصلاح نظام آموزشی، ضرورت انجام این پژوهش در تغییر پارادایم آموزش از حفظ محوری به تعمق مفهومی نهفته است. تحولات سریع فناوری و دسترسی آسان به منابع اطلاعاتی باعث شده است که حفظ کردن فرمول ها و داده ها ارزشی حیاتی در فرایند یادگیری نداشته باشد، زیرا اطلاعات با یک کلیک ساده در دسترس همگان قرار دارد. آنچه در عصر حاضر اهمیت راهبردی یافته است، قدرت تحلیل اطلاعات، حل مسئله و تفکر انتقادی است (باطنی و همکاران، ۱۴۰۴). ارتقای مهارت حل مسئله فیزیک به دانش آموزان می آموزد که چگونه دانش خود را در موقعیت های جدید به کار گیرند و از دانسته های نظری خود جهت ساخت محصولات یا حل مشکلات واقعی استفاده کنند (موسنگی مانا و همکاران، ۲۰۲۵). شناسایی عوامل موثر بر این روند، راهنمایی پرارزش برای برنامه ریزان درسی است تا محتوای کتاب های درسی و الگوهای تدریس را متناسب با نیازهای قرن بیست و یکم بازطراحی کنند (نوروزیان قهفرخی، ۱۴۰۴).

علاوه بر این، ضرورت توجه به مهارت حل مسئله فیزیک از زاویه نیازهای بازار کار و توسعه زیرساخت های مهندسی و فناوری کشور کاملاً مشهود است. مشاغل نوین و صنایع مدرن شدیداً نیازمند نیروهای انسانی متخصص، خلاق و مسئله گشا هستند که بتوانند در مواجهه با سیستم های پیچیده صنعتی، راه حل های نوآورانه ارائه دهند (گومیسیریزا و همکاران، ۲۰۲۴). دانش آموزانی که در دوره



دبیرستان مهارت‌های تحلیل مفهومی و حل مسئله را در درس فیزیک به خوبی فرا می‌گیرند، در تحصیلات عالی و ورود به رشته‌های مهندسی موفقیت بسیار بالاتری نشان می‌دهند (تونگ و همکاران، ۲۰۲۵). بنابراین، سرمایه‌گذاری شناختی و آموزشی در ارتقای حل مسئله فیزیک در دوره متوسطه، نوعی سرمایه‌گذاری بنیادین اقتصادی و زیربنایی برای آینده توسعه علمی و صنعتی جامعه تلقی می‌شود (چو و همکاران، ۲۰۱۸).

از دیدگاه معلمان و دبیران فیزیک، نیاز شدیدی به راهنماهای مبتنی بر شواهد پژوهشی وجود دارد تا بتوانند کلاس‌های درس خود را از حالت غیرفعال و تک‌گویانه به محیط‌های تعاملی و مسئله‌محور تبدیل کنند. بسیاری از معلمان علی‌رغم اشتیاق به تغییر شیوه‌های سنتی، از الگوی عملی و تدوین‌شده‌ای برای اجرای یادگیری مسئله‌محور، مدل‌سازی مفهومی و کلاس معکوس برخوردار نیستند (خانجانی، ۱۴۰۴). این پژوهش مروری با تحلیل و ترکیب یافته‌های پژوهش‌های معتبر، ابزارها و راهبردهای کاربردی را در اختیار معلمان قرار می‌دهد تا بتوانند عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان را ارتقا بخشند (سالاری، ۱۴۰۴). چنین اقداماتی می‌تواند اضطراب ناشی از درس فیزیک را کاهش داده و اشتیاق تحصیلی را در بدنه دانش‌آموزی تقویت کند (سلدوزیان گندویلا، ۱۴۰۴).

ضرورت دیگر این مقاله، روشن ساختن نقش عوامل پیش‌نیاز مانند مهارت‌های ریاضی و تفکر نقاد در فرایند حل مسئله فیزیک است. در اغلب موارد، افت تحصیلی دانش‌آموزان به اشتباه به کم‌کاری آنان نسبت داده می‌شود، در حالی که ریشه اصلی آن در نبود پیش‌نیازهای تفکر ریاضی و مدل‌سازی مفهومی نهفته است (نادری و همکاران، ۱۴۰۴). واکاوی منسجم این متغیرها به مسئولان آموزشی کمک می‌کند تا تدابیر مداخله‌ای مناسبی جهت ترمیم پیش‌نیازهای شناختی دانش‌آموزان اتخاذ نمایند (حیدرپور مرند و اسکندری، ۱۴۰۲). هم‌چنین این پژوهش به تبیین نقش روش‌های تدریس نوین در دستیابی دانش‌آموزان به سطح تسلط در درس فیزیک می‌پردازد (عیدی و آریانا، ۱۴۰۴).

در نهایت، ضرورت انجام این مقاله مروری در خلاء موجود پیرامون یکپارچه‌سازی پژوهش‌های متعدد داخلی و بین‌المللی در قالب یک مدل مفهومی جامع نهفته است. پژوهش‌های متعددی به بررسی تک‌تک متغیرها پرداخته‌اند، اما جای خالی مقاله‌ای جامع که بتواند ارتباط متقابل میان روش‌های تدریس مسئله‌محور، مدل‌سازی مفهومی، توانمندی‌های ریاضی، کلاس معکوس و تفکر انتقادی را تبیین کند، کاملاً حس می‌شود (قطران‌ندا، ۲۰۲۲). نتایج این مقاله می‌تواند به عنوان یک منبع مرجع برای پژوهشگران علوم تربیتی، مولفان کتاب‌های درسی فیزیک و دبیران دوره متوسطه مورد استفاده قرار گیرد و بسترهای لازم برای تحول در آموزش علوم پایه را فراهم آورد (اخلاقی بجستانی، ۱۴۰۴).

شایان ذکر است که در دنیای رقابتی امروز، ارتقای سطح سواد علمی و توانمندی حل مسئله در دانش‌آموزان، یکی از شاخص‌های اصلی سنجش کیفیت نظام‌های آموزشی به شمار می‌رود. درس فیزیک به دلیل ماهیت تجربی و ریاضی خود، مناسب‌ترین بستر برای تحقق این شاخص کیفی است (داکتر و همکاران، ۲۰۱۵). اگر نظام آموزشی نتواند دانش‌آموزان را در درک درست مفاهیم فیزیک و حل مسائل آن توانمند سازد، با ریزش شدید استعدادها در رشته‌های ریاضی و فیزیک مواجه خواهد شد (موسنگیمان و همکاران، ۲۰۲۵). از این رو، واکاوی راهکارهای عملی ارتقای مهارت حل مسئله فیزیک نه تنها یک ضرورت آکادمیک، بلکه یک الزام حیاتی برای حفظ و رشد سرمایه‌های انسانی کشور است (باطنی و همکاران، ۱۴۰۴).

در جمع‌بندی اهمیت این تحقیق باید تاکید ورزید که حل مسئله فیزیک یک فرآیند تک‌بعدی نیست، بلکه متأثر از شبکه‌ای از عوامل فردی، پداگوژیکی، برنامه‌ای و محیطی است. بررسی نظام‌مند این شبکه عاملی به مسئولان اجازه می‌دهد تا سرمایه‌گذاری‌های آموزشی را بر روی موثرترین راهبردها متمرکز کنند (گومیسیریزا و همکاران، ۲۰۲۴). بدون شناخت دقیق این عوامل، هرگونه تلاش برای اصلاح آموزش فیزیک پراکنده و کم‌اثر خواهد بود. این مقاله با تجمیع یافته‌های معتبر علمی، پایه‌ای محکم برای



سیاست گذاری های آتی در حوزه آموزش علوم پایه فراهم می سازد تا بسترهای رشد متوازن دانش آموزان فراهم گردد (نوروزیان قهفرخی، ۱۴۰۴).

مبانی نظری و تعاریف مفاهیم

تبیین مفهومی و ابعاد مهارت حل مسئله در آموزش فیزیک

مهارت حل مسئله یکی از عالی ترین سطوح فعالیت شناختی انسان است که شامل فرایند شناختی پیچیده ای جهت تبدیل یک وضعیت اولیه به یک وضعیت هدف، هنگام مواجهه با موانع و عدم وجود راه حل بدیهی می باشد. در حوزه آموزش فیزیک، حل مسئله تنها به معنای یافتن عدد نهایی برای یک سوال نیست، بلکه شامل مجموعه ای از فرایندهای پیوسته نظیر درک مسئله، بازنمایی کیفی، برنامه ریزی برای حل، اجرای راهبردها و ارزیابی پاسخ حاصله است (داکتر و همکاران، ۲۰۱۵). حل مسئله فیزیکی مستلزم آن است که یادگیرنده بتواند ساختار انتزاعی پدیده های فیزیکی را بازسازی کرده و رابطه میان کمیت های مختلف را در قالب مدل های منطقی درک نماید. این مهارت بر دو پایه اساس استوار است: دانش محتوایی یا مفهومی و دانش فراشناختی یا راهبردی (جوا و همکاران، ۲۰۱۸).

از منظر دیدگاه های شناختی، حل کنندگان مبتدی و متخصص در فیزیک تفاوت های بنیادی با یکدیگر دارند. حل کنندگان متخصص یا معلمان فیزیک، مسائل را بر اساس قوانین بنیادی فیزیک مانند قانون بقای انرژی یا قوانین نیوتن دسته بندی می کنند و ابتدا یک بازنمایی کیفی عمیق از مسئله در ذهن خود می سازند. در مقابل، حل کنندگان مبتدی یا دانش آموزان، مسائل را بر اساس ویژگی های سطحی مانند کلمات خاص یا شکل ظاهری دسته بندی کرده و بلافاصله بدون تحلیل مفهومی، به دنبال فرمول های ریاضی مرتبط می گردند (قطراندا، ۲۰۲۲). این تفاوت ساختاری نشان می دهد که ارتقای مهارت حل مسئله نیازمند تغییر در ساختار دانش یادگیرنده و انتقال او از وضعیت مبتدی به سمت الگوی فکری متخصصان است.

فرایند حل مسئله در فیزیک شامل چهار مرحله محوری است که اولین مرحله آن بازنمایی مسئله یا درک مفهومی است. در این مرحله، دانش آموز متن مسئله را خوانده، متغیرهای معلوم و مجهول را مشخص کرده و پدیده فیزیکی را در قالب نمودارها، دیاگرام ها و بازنمایی های بصری بازسازی می کند (اخلاقی بجستانی، ۱۴۰۴). مرحله دوم شامل طرح ریزی راهبرد حل است که در آن فیزیک مسئله به معادلات ریاضی ترجمه می شود. مرحله سوم اجرای محاسبات ریاضی است که نیازمند تسلط بر فنون جبر، مثلثات و هندسه است. مرحله چهارم و نهایی، ارزیابی فراشناختی است که طی آن دانش آموز منطقی بودن جواب، سازگاری یکاها و تطابق نتیجه با قوانین فیزیکی را بررسی می کند (موسنگیمان و همکاران، ۲۰۲۵).

پژوهش های نوین آموزش فیزیک تأکید می کنند که مهارت حل مسئله یک توانمندی تک بعدی نیست، بلکه معلولی از تعامل همزمان دانش مفهومی، ابزارهای ریاضی، نگرش و باورهای خودکارآمدی یادگیرنده است. وقتی دانش آموز با مسئله ای روبه رو می شود، سیستم شناختی او باید همزمان اطلاعات متعددی را در حافظه فعال پردازش کند. بنابراین، تقویت مهارت حل مسئله مستلزم کاهش بار شناختی بیرونی و افزایش بار شناختی مرتبط از طریق راهبردهای آموزشی منسجم است (حیدرپور مرنند و اسکندری، ۱۴۰۲). آموزش مستقیم راهبردهای حل مسئله و آگاه ساختن دانش آموزان از مراحل تفکر خود، نقش تعیین کننده ای در تبدیل دانش آموزان غیرفعال به حل کنندگان مستقل و ماهر دارد (سالاری، ۱۴۰۴).

علاوه بر جنبه های شناختی، ابعاد عاطفی و انگیزش نیز نقش پررنگی در مهارت حل مسئله فیزیک ایفا می کنند. پایداری در برابر چالش ها، اشتیاق به کاوشگری و عدم هراس از مواجهه با مسائل پیچیده از ویژگی های عاطفی حل کنندگان موفق است. دانش آموزانی که دارای انگیزه درونی بالاتری هستند، هنگام برخورد با موانع حل مسئله به جای تسلیم شدن، راهبردهای جدیدی را امتحان



می کنند (گومیسیریزا و همکاران، ۲۰۲۴). از این رو، مبانی نظری حل مسئله فیزیک، این مهارت را کل سیستم شناختی-عاطفی یادگیرنده می داند که تحت تأثیر تعاملات کلاسی و شیوه تدریس معلم رشد می یابد (عیدی و آریانا، ۱۴۰۴).

الگوهای تدریس نوین، مسئله محور و کلاس معکوس

الگوهای تدریس نوین به عنوان جایگزینی برای شیوه های سنتی معلم محور، بر ساخت گرایی و مشارکت فعال دانش آموز در فرآیند یادگیری تأکید دارند. یکی از برجسته ترین این الگوها، رویکرد یادگیری مسئله محور است. در این الگوی آموزشی، یادگیری با یک مسئله واقعی، چالش برانگیز و فاقد پاسخ ساده آغاز می شود که دانش آموزان را ترغیب می کند تا برای یافتن راه حل، به دنبال کسب دانش بروند (باطنی و همکاران، ۱۴۰۴). در یادگیری مسئله محور، مسئله ابزاری برای انتقال دانش نیست، بلکه محوری است که تمامی فعالیت های آموزشی حول آن سازماندهی می شوند. دانش آموزان در قالب گروه های کوچک به بحث، فرضیه سازی، جستجوی اطلاعات و ارائه راهکارهای علمی می پردازند و معلم نقش راهنما و تسهیل کننده را ایفا می کند (گومیسیریزا و همکاران، ۲۰۲۴). الگوی تدریس نوین دیگری که تأثیر شگرفی بر ارتقای مهارت های حل مسئله فیزیک داشته، الگوی کلاس معکوس است. در کلاس معکوس، ساختار سنتی آموزش دگرگون می شود؛ به این صورت که محتوای متنی، ویدیوهای آموزشی و مفاهیم بنیادی فیزیک پیش از حضور در کلاس توسط دانش آموزان در منزل مطالعه و بررسی می شود. سپس، زمان ارزشمند کلاس درس کاملاً به فعالیت های تعاملی، حل مسئله های چالش برانگیز، انجام آزمایش ها و بحث های گروه محور اختصاص می یابد (سلدوزیان گندویلا، ۱۴۰۴). این الگوی تعاملی فرصت کافی برای معلمان فراهم می سازد تا به صورت فردی یا گروهی بر فرآیند حل مسئله دانش آموزان نظارت داشته و خطاهای مفهومی آنان را در لحظه اصلاح نمایند.

الگوهای نوین آموزش فیزیک همچنین بر آموزش مستقیم راهبردهای حل مسئله مفهومی تأکید می ورزند. در این الگوها، معلمان به دانش آموزان می آموزند که چگونه قبل از دست زدن به محاسبات ریاضی، مسئله را توصیف کیفی کرده، اصل فیزیکی حاکم بر مسئله را شناسایی نموده و سپس معادلات را استخراج کنند (داکتر و همکاران، ۲۰۱۵). این فرایند ساختاریافته به دانش آموزان کمک می کند تا از رفتار انفعالی و جای گذاری کورکورانه فرمول ها فاصله گرفته و مانند فیزیک دانان حرفه ای به تحلیل پدیده ها بپردازند. شواهد تجربی نشان می دهند اجرا و به کارگیری این الگوهای تدریس نوین، پیشرفت تحصیلی و توانایی حل مسئله را به طور معناداری افزایش می دهد (خانجانی، ۱۴۰۴).

برقراری پیوند میان الگوهای تدریس فعال و مهارت های حل مسئله، نیازمند تغییر در محیط فیزیکی و روانی کلاس درس است. کلاس های درس فیزیک باید به آزمایشگاه های تفکر و کاوشگری تبدیل شوند که در آن پرسشگری، اشتباه کردن و آزمایش راهکارهای گوناگون تشویق شود (نوروزیان قهفرخی، ۱۴۰۴). الگوهای نوین آموزشی با ایجاد فضای همکاری همسالان، زمینه را برای گفتگوی علمی و تعامل فراشناختی فراهم می سازند. دانش آموزان هنگام توضیح دادن راهبردهای خود به همکلاسی ها، ساختارهای ذهنی خود را بازسازی کرده و به درک عمیق تری از مفاهیم فیزیک و روش های حل مسئله دست می یابند (نادری و همکاران، ۱۴۰۴). تلفیق فناوری های جدید و ابزارهای دیجیتال با الگوهای تدریس مسئله محور، ابعاد جدیدی به آموزش فیزیک بخشیده است. استفاده از شبیه سازهای تعاملی و آزمایشگاه های مجازی به دانش آموزان اجازه می دهد متغیرهای فیزیکی را دستکاری کرده و نتایج را به صورت فوری مشاهده نمایند (سلدوزیان گندویلا، ۱۴۰۴). این تجربیات بصری ملموس، ساخت مدل های مفهومی را تسهیل کرده و توانمندی یادگیرندگان در تحلیل مسئله های انتزاعی را ارتقا می دهد. بنابراین، الگوهای نوین آموزشی بستری پویا و اثرگذار برای رشد شایستگی های مسئله گشایی در درس فیزیک فراهم می سازند (موسنگیمانا و همکاران، ۲۰۲۵).

نقش ریاضیات، بازنمایی مفهومی و تفکر انتقادی

ریاضیات زبان توصیف فیزیک است و بدون داشتن پایه ریاضی مستحکم، دستیابی به مهارت حل مسئله در فیزیک غیرممکن خواهد بود. با این حال، رابطه میان مهارت های ریاضی و حل مسئله فیزیک بسیار پیچیده تر از اجرای محاسبات ساده است. دانش آموزان نه تنها باید تکنیک های ریاضی مانند حل معادلات، مشتق گیری، هندسه و مثلثات را بدانند، بلکه باید توانایی ترجمه مفاهیم فیزیکی به زبان ریاضی و بالعکس را دارا باشند (تونگ و همکاران، ۲۰۲۵). ضعف در ساختارهای ریاضی موجب پدید آمدن بار شناختی اضافی شده و تمام توان ذهنی دانش آموز را صرف انجام محاسبات جبری می کند، در نتیجه فرآیند تحلیل فیزیکی مسئله مغفول می ماند (قطران ندا، ۲۰۲۲).

بازنمایی مفهومی یکی دیگر از ارکان اصلی حل مسئله فیزیک است که به صورت توانایی بازسازی مسئله در قالب فرمت های مختلف نظیر کلامی، تصویری، نموداری و ریاضی تعریف می شود. دانش آموزانی که در حل مسئله موفق هستند، معمولاً از بازنمایی های چندگانه استفاده می کنند (نادری و همکاران، ۱۴۰۴). ترسیم نمودارهای جسم آزاد در دینامیک، رسم خطوط میدان در الکترواستاتیک یا کشیدن نمودارهای حالت در ترمودینامیک، نمونه هایی از بازنمایی مفهومی هستند که تصویر روشنی از پدیده فیزیکی ارائه داده و مسیر استخراج معادلات ریاضی را هموار می سازند. مدل سازی مفهومی پل ارتباطی میان متن انتزاعی مسئله و راه حل ریاضی آن است (داکتر و همکاران، ۲۰۱۵).

در کنار ریاضیات و بازنمایی مفهومی، تفکر انتقادی به عنوان نیروی محرکه و هدایت کننده حل مسئله عمل می کند. تفکر انتقادی شامل مهارت های تحلیل، ارزیابی، استدلال منطقی و خودتنظیمی است که دانش آموز را قادر می سازد فرضیات مسئله را زیر سوال ببرد، اطلاعات نامربوط را حذف کند و درستی نتایج به دست آمده را ارزیابی نماید (اخلاقی بجستانی، ۱۴۰۴). دانش آموزی که دارای تفکر انتقادی قوی است، پاسخ های محاسباتی را کورکورانه نمی پذیرد، بلکه با سنجش منطقی یکاها، مقادیر عددی و تحلیل ابعادی، صحت جواب را بررسی می کند. پرورش تفکر انتقادی دانش آموزان را از حل کنندگان سطحی به تحلیل گران عمیق تبدیل می سازد (باطنی و همکاران، ۱۴۰۴).

پیوند میان تفکر انتقادی، بازنمایی مفهومی و مهارت های ریاضی یک سیستم یکپارچه برای حل مسئله فیزیک تشکیل می دهد. هنگامی که یک مسئله فیزیک به دانش آموز ارائه می شود، تفکر انتقادی مسئولیت کادربندی سوال و ارزیابی فرضیات را بر عهده دارد، بازنمایی مفهومی ساختار فیزیکی پدیده را ساده سازی و بصری می سازد، و در نهایت مهارت های ریاضی ابزار دقیق محاسباتی را برای رسیدن به پاسخ فراهم می آورند (جوا و همکاران، ۲۰۱۸). نقص در هر یک از این سه ضلع، منجر به شکست در فرایند حل مسئله خواهد شد. به همین دلیل، برنامه های آموزشی فیزیک باید تقویت همزمان این ابعاد را در اولویت قرار دهند (عیدی و آریانا، ۱۴۰۴). در نهایت، ایجاد تعادل میان این متغیرها مستلزم طراحی فعالیت های آموزشی چندوجهی است که در آن دانش آموزان تشویق شوند تا مسائل را از زوایای گوناگون تحلیل کنند. آموزش فیزیک نباید محضاً به ریاضیات یا کاملاً به مباحث کیفی انتزاعی محدود شود، بلکه باید ترکیبی هوشمندانه از هر دو در بستر تفکر انتقادی باشد (نوروزیان قهفرخی، ۱۴۰۴). تقویت پایه های ریاضی همراه با تمرین بازنمایی های بصری و نقد راهکارهای مختلف، مسیر ارتقای مهارت حل مسئله را هموار کرده و بازدهی یادگیری دانش آموزان دوره متوسطه را به اوج می رساند (سالاری، ۱۴۰۴).

یافته های پژوهش

تحلیل اثربخشی روش های تدریس مبتنی بر حل مسئله و یادگیری مسئله محور

یافته های حاصل از واکاوی پژوهش های انجام شده نشان می دهد که به کارگیری روش های تدریس مبتنی بر حل مسئله و الگوی یادگیری مسئله محور، تاثیری مثبت و شگرف بر افزایش توانمندی حل مسئله دانش آموزان در درس فیزیک دوره متوسطه دارد. تحلیل داده های تحقیقات تجربی تأکید می کند که دانش آموزان تحت آموزش با روش های مسئله محور در مقایسه با گروه تحت آموزش سنتی، نمرات بسیار بالاتری در آزمون های حل مسئله مفهومی و تحلیلی کسب کرده اند (خانجانی، ۱۴۰۴). این رویکرد آموزشی با قرار دادن دانش آموزان در موقعیت های چالش برانگیز واقعی، ساختارهای شناختی آنان را فعال کرده و انگیزه درونی برای کاوشگری علمی را تقویت می سازد. یادگیری مسئله محور سبب می شود دانش آموزان از حالت پذیرنده انفعالی خارج شده و مسئولیت فرآیند یادگیری خود را بر عهده بگیرند (گومیسیریزا و همکاران، ۲۰۲۴).

همچنین بررسی ها نشان می دهند که آموزش مسئله محور موجب یادگیری تا حد تسلط دانش آموزان در درس فیزیک می شود. در این رویکرد، دانش آموزان تا زمانی که به درک عمیق مفاهیم اولیه و توانایی تحلیل مسئله نرسیده اند، به مراحل بعدی منتقل نمی شوند که این امر پایداری یادگیری را به طور چشمگیری افزایش می دهد (حیدرپور مرنند و اسکندری، ۱۴۰۲). مقایسه اثربخشی تدریس فیزیک در مباحث پیچیده ای مانند دینامیک و حرکت شناسی نشان می دهد که روش تدریس حل مسئله نسبت به روش های مستقیم و معادله محور، منجر به شکل گیری درک عمیق تر از قوانین نیوتن و کاهش دستکاری های نادرست ریاضی شده است (عیدی و آریانا، ۱۴۰۴). دانش آموزان در محیط های مسئله محور یاد می گیرند که چگونه مفاهیم انتزاعی فیزیک را در حل مسائل عینی به کار بندند. یافته های بخش دیگری از تحقیقات حاکی از آن است که الگوی یادگیری مسئله محور نه تنها بر دانش محتوایی فیزیک، بلکه بر رشد تفکر نقاد و شایستگی های فراشناختی دانش آموزان دبیرستانی تأثیر مستقیم دارد. دانش آموزانی که در دوره های آموزشی مسئله محور شرکت کرده اند، توانایی بیشتری در تحلیل گزینه های مختلف، نقد راه حل های همسالان و پایش فرآیند تفکر خود هنگام حل مسائل دشوار فیزیک نشان داده اند (باطنی و همکاران، ۱۴۰۴). این یافته ها ضرورت چرخش بنیادی در الگوهای تدریس فیزیک دوره متوسطه از روش های تمرینی خطی به سمت رویکردهای مسئله محور متمرکز بر ساخت دانش را اثبات می نماید (موسنگیمانا و همکاران، ۲۰۲۵).

نقش مدل سازی مفهومی و راهبردهای بازنمایی در حل مسائل فیزیک

تحلیل یافته های پژوهشی نشان می دهد که یکی از تفاوت های اصلی میان حل کنندگان موفق و ناموفق مسائل فیزیک، توانایی استفاده از مدل سازی مفهومی و راهبردهای بازنمایی چندگانه است. پژوهش ها اثبات می کنند آموزش صریح مدل سازی مفهومی و تفکر ساختاریافته به دانش آموزان، نرخ موفقیت آنان در حل مسائل پیچیده فیزیک را به طور معناداری ارتقا می دهد (نادری و همکاران، ۱۴۰۴). زمانی که دانش آموزان یاد می گیرند قبل از نوشتن معادلات ریاضی، مسئله را در قالب شکل، نمودار، دیاگرام جسم آزاد یا توصیف کلامی بازنمایی کنند، بار شناختی حافظه فعال کاهش یافته و امکان تحلیل دقیق تر روابط فیزیکی فراهم می شود (داکتر و همکاران، ۲۰۱۵).

یافته های مرتبط با ارزیابی نیمرخ مهارت حل مسئله دانش آموزان در رشته های مختلف تحصیلی دبیرستان نشان می دهد دانش آموزانی که از تکنیک های بازنمایی مفهومی استفاده می کنند، در تشخیص اصول بنیادی فیزیک بسیار موفق تر عمل می نمایند (جُوا و همکاران، ۲۰۱۸). این دانش آموزان کمتر دچار خطاهای متداول ناشی از تعمیم های نادرست فرمولی می شوند و قدرت انتقال دانش آنها به موقعیت های جدید بسیار بالاتر است. راهبردهای بازنمایی مفهومی به دانش آموزان کمک می کند تا ساختار پنهان مسئله را درک کرده و منطق حاکم بر قوانین فیزیکی را شهود نمایند (اخلاقی بجستانی، ۱۴۰۴).

علاوه بر این، اقدامات پژوهشی معلمان در کلاس درس نشان داده است که تمرکز بر تقویت مهارت‌های مدل‌سازی کیفی، به شکل چشمگیری توانمندی دانش‌آموزان پایه دوازدهم را در حل مسائل فیزیک کنکور و امتحانات نهایی بهبود بخشیده است (سالاری، ۱۴۰۴). بر اساس این یافته‌ها، اتکای صرف بر روش‌های جبری بدون ترسیم الگوها و مدل‌های مفهومی، علت اصلی ناتوانی بسیاری از یادگیرندگان در حل مسائل غیرسطحی است. بنابراین، گنجاندن فعالیت‌های مدل‌سازی مفهومی در متن کتاب‌های درسی و راهنمای تدریس معلمان یک ضرورت اقدام‌پذیر محسوب می‌شود (نوروزیان قهفرخی، ۱۴۰۴).

تأثیر مهارت‌های ریاضی و ابزارهای یادگیری دیجیتال

یافته‌های پژوهش‌های ساختاری نشان می‌دهند که مهارت‌های ریاضی دانش‌آموزان تأثیری مستقیم، قوی و تعیین‌کننده بر عملکرد آنان در حل مسائل فیزیک دارد. تحلیل‌های مبتنی بر مدل‌سازی معادلات ساختاری اثبات می‌کنند توانمندی در جبر، مثلثات و درک فضایی، نه تنها مراحل محاسباتی حل مسئله فیزیک را تسهیل می‌کند، بلکه بر نحوه درک مفهومی مسئله نیز اثرگذار است (تونگ و همکاران، ۲۰۲۵). دانش‌آموزانی که پایه ریاضی ضعیفی دارند، بخش اعظم توان شناختی خود را صرف انجام محاسبات مقدماتی کرده و در نتیجه از تحلیل فیزیکی روابط بازمی‌مانند که این امر منجر به شکست در فرایند حل مسئله می‌گردد (قطران‌ندا، ۲۰۲۲). از سوی دیگر، بررسی یافته‌های پژوهشی مرتبط با فناوری‌های آموزشی جدید نشان می‌دهد اجرا و به‌کارگیری الگوی کلاس معکوس و ابزارهای دیجیتال، تأثیری شگرف بر ارتقای مهارت حل مسئله و تفکر انتقادی دانش‌آموزان دارد. کلاس معکوس با انتقال مرحله انباشت اطلاعات به خارج از کلاس، فضای آموزشی را برای تمرین، بازخورد فوری و حل مسئله تعاملی آزاد می‌سازد (سلدوزیان گندویلا، ۱۴۰۴). استفاده از شبیه‌سازی‌های کامپیوتری و نرم‌افزارهای یادگیری دیجیتال به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد متغیرها را تغییر داده و اثرات آن را به صورت بصری و لحظه‌ای بر معادلات ریاضی مشاهده نمایند، که این امر پل ارتباطی مستحکمی میان ریاضیات و فیزیک پدید می‌آورد (باطنی و همکاران، ۱۴۰۴). جدول زیر خلاصه‌ای از یافته‌های کلیدی پژوهش‌های بررسی‌شده را به همراه راهبرد آموزشی و متغیرهای موثر بر ارتقای مهارت حل مسئله در درس فیزیک ارائه می‌دهد:

نویسنده (سال)	متغیر اصلی / رویکرد آموزشی	یافته‌های کلیدی
(اخلاقی بجزستانی، ۱۴۰۴)	نقش فیزیک در تقویت حل مسئله	ارتقای تفکر انتقادی و بهبود توانمندی تحلیل پدیده‌ها از طریق فیزیک مفهومی
(باطنی و همکاران، ۱۴۰۴)	آموزش مسئله‌محور	رشد تفکر نقاد دانش‌آموزان دبیرستانی در دروس علوم پایه و زبان
(حیدرپور مرند و اسکندری، ۱۴۰۲)	یادگیری مسئله‌محور	دستیابی به یادگیری تا حد تسلط و کاهش افت تحصیلی در درس فیزیک
(خانجانی، ۱۴۰۴)	مقایسه روش سنتی و مسئله‌محور	برتری معنادار روش حل مسئله در افزایش عمق یادگیری و نمرات آزمون
(سالاری، ۱۴۰۴)	اقدام‌پژوهی ارتقای حل مسئله	افزایش سطح مهارت حل مسئله پایه دوازدهم با راهبردهای خودتنظیمی



(سلدوزیان گندویلا، ۱۴۰۴)	الگوی کلاس معکوس	تقویت تفکر انتقادی، تعامل تعاملی و ارتقای مهارت حل مسئله در فیزیک
(عیدی و آریانا، ۱۴۰۴)	تدریس حل مسئله در دینامیک	پیشرفت تحصیلی بیشتر دانش‌آموزان در مقایسه با روش معادله‌محور
(نادری و همکاران، ۱۴۰۴)	مدل‌سازی مفهومی و حل مسئله	بهبود یادگیری عمیق و کاهش خطاهای شناختی در حل مسئله
(نوروزیان قهفرخی، ۱۴۰۴)	روش‌های نوین تدریس فیزیک	پرورش تفکر انتقادی و ایجاد نگرش مثبت نسبت به علوم پایه
(داکتر و همکاران، ۲۰۱۵)	حل مسئله مفهومی	اهمیت بازنمایی کیفی و تفاوت ساختاری تفکر مبتدیان و متخصصان
(گومیسیریزا و همکاران، ۲۰۲۴)	یادگیری مسئله‌محور	ارتقای توانایی حل مسئله و انگیزه کاوشگری در دانش‌آموزان دبیرستانی
(جوا و همکاران، ۲۰۱۸)	نیمرخ مهارت حل مسئله	تفاوت سطح مهارت بر اساس رشته‌های تحصیلی و نیاز به تعمیم مفاهیم
(موسنگیمانا و همکاران، ۲۰۲۵)	مرور نظام‌مند راهبردهای تدریس	تأثیر یکپارچه‌سازی راهبردهای شناختی و فراشناختی بر حل مسئله
(قطران‌ندا، ۲۰۲۲)	تحلیل دشواری‌های دانش‌آموزان	شناسایی ضعف در پایه ریاضی و عدم درک مفهومی به عنوان مانع اصلی
(تونگ و همکاران، ۲۰۲۵)	مدل‌سازی معادلات ساختاری ریاضی	تأثیر مستقیم و ساختاری مهارت‌های ریاضی بر موفقیت در حل مسئله

بحث و نتیجه‌گیری

تحلیل جامع و سنتز ادبیات پژوهشی موجود نشان می‌دهد که ارتقای مهارت حل مسئله در درس فیزیک دوره متوسطه، ناشی از یک عامل تک‌بعدی نیست، بلکه معلولی از تعامل هم‌افزا و پیچیده میان الگوهای تدریس معلم، زیرساخت‌های شناختی یادگیرنده، توانمندی‌های ریاضی، ابزارهای بازنمایی و محیط روانی-آموزشی کلاس درس است. مرور یافته‌ها به روشنی اثبات می‌کند که شیوه‌های سنتی آموزش فیزیک که بر حافظه‌محوری، ارائه مستقیم روابط ریاضی و جای‌گذاری اعداد در فرمول‌ها تمرکز دارند، کارایی خود را در دنیای مدرن از دست داده‌اند و به عنوان مانعی اساسی در رشد تفکر انتقادی و توانمندی مسئله‌گشایی دانش‌آموزان عمل می‌کنند. حل مسئله واقعی زمانی رخ می‌دهد که یادگیرندگان با چالش‌های اصیل مواجه شده و فرآیند ساخت دانش را طی کنند.

یکی از محوری‌ترین نتایج این پژوهش، اثبات نقش حیاتی روش‌های تدریس نوین به ویژه یادگیری مسئله‌محور و الگوی کلاس معکوس در دگرگونی فضای یادگیری فیزیک است. یادگیری مسئله‌محور با قرار دادن مسئله در نقطه آغازین آموزش، انگیزه کاوشگری دانش‌آموزان را برمی‌انگیزد و آنان را وادار می‌سازد تا برای پاسخ‌گویی به چالش پیش‌رو، مفاهیم فیزیک را عمیقاً درک نمایند. از سوی دیگر، الگوی کلاس معکوس با انتقال مرحله ارائه مستقیم محتوا به خارج از ساعات رسمی کلاس، محیط کلاس درس را به محیطی



پویا برای حل مسئله گروهی، نقد راهکارها و دریافت بازخوردهای فوری از معلم تبدیل می‌کند. این رویکردها تفاوت بنیادی در ساختار تفکر دانش‌آموز ایجاد کرده و آنان را از وضعیت حل‌کننده مبتدی منفعل به سمت حل‌کننده فعال و مستعد ارتقا می‌دهند. نتیجه مهم دیگر این واکاوی، تبیین پیوند تفکیک‌ناپذیر میان درک مفهومی، توانمندی‌های ریاضی و راهبردهای بازنمایی بصری است. دانش‌آموزانی در حل مسائل فیزیک موفق هستند که بتوانند میان مفهوم فیزیکی، بازنمایی کیفی و فرمول‌بندی ریاضی پل ارتباطی برقرار کنند. نقص در دانش ریاضی به عنوان یک مانع شناختی بزرگ عمل کرده و توان ذهنی دانش‌آموز را به جای تحلیل فیزیکی پدیده، مستهلک انجام محاسبات جبر می‌کند. بنابراین، آموزش فیزیک نباید مستقل از آموزش کاربردی ریاضیات نگریسته شود. همزمان، آموزش صریح مدل‌سازی مفهومی و رسم دیاگرام‌ها پیش از شروع محاسبات، خطاهای رایج مفهومی را به میزان چشمگیری کاهش داده و مسیر استخراج راه‌حل‌های صحیح را هموار می‌سازد.

علاوه بر جنبه‌های شناختی، پرورش فراشناخت و تفکر انتقادی نقش کلیدی در خودتنظیمی فرایند حل مسئله دارد. دانش‌آموزان باید بیاموزند که تفکر خود را هنگام حل مسئله مدیریت کنند، فرضیه‌سازی نمایند، راهبردهای گوناگون را بسنجند و منطقی بودن جواب نهایی را ارزیابی کنند. ایجاد محیط‌های آموزشی پذیرا و عاری از اضطراب، که در آن خطا کردن به عنوان بخشی طبیعی و بالارزش از فرآیند یادگیری تلقی می‌شود، انگیزه و خودکارآمدی یادگیرندگان را در مواجهه با مسائل پیچیده فیزیک به طور فوق‌العاده‌ای افزایش می‌دهد.

در نهایت، بر اساس نتایج به دست آمده از این مطالعه مروری، پیشنهاد می‌شود که نظام آموزشی دوره متوسطه اقداماتی اساسی در بازطراحی برنامه‌های درسی و روش‌های ارزشیابی فیزیک به عمل آورد. معلمان فیزیک باید با شرکت در دوره‌های بهسازی حرفه‌ای، با فنون تسهیل‌گری در یادگیری مسئله‌محور و کلاس معکوس آشنا شوند. کتاب‌های درسی فیزیک نیز باید از رویکرد ارائه تمرین‌های روتین فاصله گرفته و شامل مسائل مفهومی، سناریوهای باز و چالش‌های دنیای واقعی باشند. همچنین، ارزشیابی تحصیلی باید به جای سنجش حفظیات و محاسبات کور، بر سنجش مراحل تفکر، توانایی بازنمایی و استدلال منطقی دانش‌آموزان متمرکز گردد تا زمینه برای ارتقای واقعی مهارت حل مسئله و تربیت نسلی اندیشه‌ورز فراهم آید.



منابع

- اخلاقی بجستانی، راضیه. (۱۴۰۴). نقش فیزیک در تقویت مهارت های حل مسئله و تفکر انتقادی در کلاس درس. همایش بین المللی آموزش و پرورش در قرن بیست و یکم، لالی.
- باطنی، فخری، آذر حسین رضا، سید نطنزی، سیده زهرا، و شواخی زواره، محبوبه. (۱۴۰۴). تأثیر آموزش مسئله محور بر رشد تفکر نقاد در دانش آموزان دبیرستانی: مقایسه در دروس ریاضی، فیزیک و زبان. اولین همایش بین المللی آموزش و پرورش در عصر دیجیتال: فرصت ها و چالش ها، اهواز.
- حیدرپور مرند، سپیده، و اسکندری، حمیدرضا. (۱۴۰۲). بررسی آموزش مسئله محور بر یادگیری تا حد تسلط دانش آموزان در درس فیزیک دبیرستان. هشتمین کنفرانس بین المللی علوم پایه و علوم مهندسی، تهران.
- خانجانی، سمیه. (۱۴۰۴). مقایسه روش تدریس سنتی و روش تدریس مبتنی بر حل مسئله در آموزش فیزیک. هفتمین همایش بین المللی علوم تربیتی، مشاوره، روانشناسی و علوم اجتماعی، همدان.
- سالاری، فرزانه. (۱۴۰۴). چگونه توانستم سطح مهارت حل مسئله دانش آموزان پایه دوازدهم را در درس فیزیک ارتقا بخشم؟. اولین همایش بین المللی افق های تازه در روانشناسی یادگیری و آموزش و پرورش از دید معلم، ارومیه.
- سلدوزیان گندویلا، نرگس. (۱۴۰۴). نقش اجرای الگوی کلاس معکوس در تقویت مهارت حل مسئله و تفکر انتقادی در درس فیزیک. اولین همایش بین المللی پژوهش های نوپدید در روانشناسی و علوم تربیتی، اهواز.
- عیدی، زهره، و آریانا، افسانه. (۱۴۰۴). مقایسه اثربخشی مبحث دینامیک فیزیک با روش تدریس حل مسئله و معادله بر پیشرفت تحصیلی دانش آموزان. دومین همایش ملی و اولین همایش بین المللی راهبردهای آموزشی و پژوهشی در آموزش و پرورش، اهواز.
- نادری، محیا، نادری، مهناز، نادری، فاطمه، و نادری، جعفر. (۱۴۰۴). نقش آموزش تفکر حل مسئله و مدل سازی مفهومی در بهبود یادگیری فیزیک دانش آموزان متوسطه. اولین همایش بین المللی معلمان پیشرو در عصر پژوهش های تحول آفرین، اهواز.
- نوروزیان قهفرخی، فیروزه. (۱۴۰۴). ارزیابی تأثیر روش های نوین تدریس فیزیک بر پرورش تفکر انتقادی و حل مسئله در دانش آموزان. اولین همایش بین المللی معلمان پیشرو در عصر پژوهش های تحول آفرین، اهواز.
- Docktor, J. L., Strand, N. E., Mestre, J. P., & Ross, B. H. (۲۰۱۵). Conceptual problem solving in high school physics. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, ۱۱(۲), ۰۲۰۱۰۶.
- Gumisirizah, N., Muwonge, C. M., & Nzabahimana, J. (۲۰۲۴). Effect of problem-based learning on students' problem-solving ability to learn physics. *Physics Education*, ۵۹(۱), ۰۱۵۰۱۵.
- Jua, S. K., Sarwanto, & Sukarmin. (۲۰۱۸, May). The profile of students' problem-solving skill in physics across interest program in the secondary school. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. ۱۰۲۲, No. ۱, p. ۰۱۲۰۲۷). IOP Publishing.
- Musengimana, T., Yadav, L. L., Uwamahoro, J., & Nizeyimana, G. (۲۰۲۵). Instructional strategies for enhancing students' problem-solving skills in physics: a systematic review. *Discover Education*, ۴(۱), ۳۸۰.
- Qotrunnada, N. A. (۲۰۲۲). Analysis of the difficulties of high school students in improving problem solving ability in physics learning. *International Journal of Current Educational Research*, ۱(۱), ۸۴-۱۰۱.
- Tong, T., Pi, F., Zheng, S., Zhong, Y., Lin, X., & Wei, Y. (۲۰۲۵). Exploring the effect of mathematics skills on student performance in physics problem-solving: A structural equation modeling analysis. *Research in Science Education*, ۵۵(۳), ۴۸۹-۵۰۹.

