

مجله علمی پژوهشی «پژوهش‌های برنامه‌درسی»  
انجمن مطالعات برنامه‌درسی ایران  
دوره هشتم، شماره دوم، پیاپی ۱۶، پاییز و زمستان ۱۳۹۷  
صفحه‌های ۷۰-۹۷

## تحلیل محتوای کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک دوره متوسطه بر اساس رویکرد به ماهیت علم - پژوهش کیفی

محمد حسن کریمی\* فرحناز کیانی\*\* بابک شمیشیری\*\*\*

### چکیده

هدف مقاله حاضر تحلیل محتوای کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک متوسطه در ایران نسبت به ابعاد ماهیت علم است. روش گردآوری داده‌ها آخرین نگاشت کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک در نظر گرفته شد. به همین علت کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک ۲ (در سال ۸۹) و فیزیک ۳ (در سال ۸۹) و فیزیک ۴ (در سال ۹۴)، که وزارت آموزش و پرورش براساس اهداف مصوب منتشر کرده‌است، انتخاب گردید. روش پژوهش تحلیل محتوای جهت‌دار بود. واحد تحلیل پاراگراف در نظر گرفته شد و متن پاراگراف‌ها براساس سه جنبه عمومی ماهیت علم شامل موقتی بودن، خلاقانه بودن و عملکرد و مقایسه نظریه و قانون به روش مقوله‌سازی تجزیه و تحلیل شد. داده‌ها به روش همسوسازی اعتباریابی شد. نتایج به دست آمده نشان داد که از میان جنبه‌های ماهیت علم مورد بررسی، بیشترین تأکید کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک متوسطه بر جنبه موقتی بودن علم است که به‌طور آشکار ملاحظه می‌شود و جنبه خلاقانه بودن علم به‌طور ضمنی از مضامین مرتبط با ویژگی خلاقیت استنباط می‌شود. نتایج همچنین نشان داد ویژگی‌های مربوط به قانون و نظریه علمی در کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک بخوبی معرفی و تبیین نشده است. از میان کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک دوره متوسطه جنبه‌های ماهیت علم در پایه‌های سوم و چهارم کمتر از پایه دوم است.

**واژه‌های کلیدی:** ماهیت علم، کتاب راهنمای معلم، معلم فیزیک.

---

\* استادیار دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی دانشگاه شیراز Karimivoice@gmail.com

\*\* دانشجوی دکتری دانشگاه شیراز (نویسنده مسئول) fz\_kiani@yahoo.com

\*\*\* دانشیار دانشکده علوم تربیتی دانشگاه شیراز bshamshiri@rose.shiraz.ac.ir

### مقدمه

آنچه که در حوزه مطالعات علم برای فرد امروزی لازم است درک درست از علم است و درک درست از علم هم به ماهیت علم برمی‌گردد. در واقع میزان آگاهی جامعه علمی از چگونگی عمل علم و ماهیت آن، عرصه‌هایی چون آموزش علوم، پژوهش‌های علمی و سیاست‌های مربوط به تولید، گسترش و کاربرد علم را در جامعه تحت تأثیر قرار می‌دهد. پژوهشگران حوزه آموزش و پرورش داشتن درکی درست از ماهیت علم را به عنوان یکی از مؤلفه‌های بسیار بنیادی آموزش سواد علمی در نظر می‌گیرند (نک به: پاوز<sup>۱</sup>، ۲۰۱۶؛ لدرمن<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۵؛ واهبه و عبدالخالق<sup>۳</sup>، ۲۰۱۴؛ ۲۰۰۷؛ آکتامیس<sup>۴</sup>، ۲۰۱۲؛ میلار و ازبورن<sup>۵</sup>، ۱۹۹۸؛ انجمن پیشرفت علم آمریکا<sup>۶</sup>، ۱۹۹۰، ۱۹۸۹، ۱۹۹۳). صاحب‌نظران معتقدند درک ماهیت علم علاوه بر توسعه سواد علمی، مهارت‌های استدلال عمومی را نیز تقویت می‌کند (بل<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۱۲). در اینجا با توجه به نقش ماهیت علم در سواد علمی بحث از برنامه درسی و افراد درگیر در آن یکی از موضوعات مهم بشمار می‌رود. «هر برنامه درسی شامل سه مؤلفه اساسی دانش آموز به عنوان گیرنده پیام، معلم به عنوان انتقال دهنده پیام و محتوا به عنوان پیام است که پیام عمدتاً همان کتاب‌ها و متون درسی است» (کریمی و همکاران، ۱۳۸۶)، که در مباحث مربوط به ماهیت علم می‌توان گفت درک معلمان از ماهیت علم در اجرای برنامه درسی علوم نقشی اساسی ایفا می‌کند زیرا دیدگاه معلمان نسبت به ماهیت علم آگاهانه یا ناآگاهانه در اجرای برنامه درسی آموزش علوم بازتاب می‌یابد. بنابراین چنانچه آنان درک درستی از علم نداشته باشند حتی اگر تمام جنبه‌های ماهیت علم به خوبی در برنامه درسی گنجانده شده باشد نمی‌توانند رویکردهای لحاظ شده را به دانش‌آموزان‌شان منتقل کنند (تراویس<sup>۸</sup>، ۱۹۹۴). بر همین اساس پژوهش‌های بسیاری برای شناسایی درک معلمان علوم نسبت به ماهیت علم انجام گرفت.

مک‌کوماس<sup>۹</sup> و همکاران (۲۰۰۲) در ارزیابی واقعیت‌های آموزشی موجود، به این نتیجه رسیدند که بیشتر آموزش‌های علمی پیرامون بدنه و اصطلاح‌شناسی دانش علمی است و ماهیت علم را در بر نمی‌گیرد و این وضعیت کاستی بزرگی در آموزش علوم است. چنین کاستی در فرایند آموزش

<sup>1</sup> Pavez

<sup>2</sup> Lederman

<sup>3</sup> Wahbeh & Abd-El-Khalick

<sup>4</sup> Aktamis

<sup>5</sup> Millar & Osborne

<sup>6</sup> American Association for Advancement of Science=AAAS

<sup>7</sup> Bell

<sup>8</sup> Travis

<sup>9</sup> Mc Commas

علوم می‌تواند دلایل گوناگونی داشته باشد. از جمله این دلایل می‌توان به برخی عناصر برنامه درسی علوم چون هدف‌ها و محتوای علمی کتاب‌های علوم و نیز دانش و روش آموزش و ارزشیابی معلم‌ها اشاره کرد. برای نمونه آن‌ها به نتایج پژوهش بنتلی و گریسون اشاره می‌کنند که اندیشه‌های طرح شده در بسیاری از کتاب‌های مرجع علوم در مدارس درباره ماهیت علم، ساده‌انگارانه، ناکامل، بی‌توجه به بینش‌های نو درباره ماهیت علم و چه بسا ناروا هستند. از سوی دیگر، لدرمن (۲۰۰۷) اشاره می‌کند بسیاری از پژوهش‌ها گویای آن است که دانش معلم درباره ماهیت علم ناکافی و حتی گاه ناروا است و همین امر یکی از دلایل اصلی نامؤثر بودن آموزش علوم است (ضرغامی، ۱۳۹۳). سرکار<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۳) پژوهشی با عنوان تصورات معلمان علوم نسبت به ماهیت علم در بنگلادش انجام دادند. نتایج نشان داد که اکثر معلمان مورد مطالعه نسبت به جنبه‌های ماهیت علم درک درستی ندارند.

در ایران سعیدی (۱۳۹۰) پژوهشی کیفی تحت عنوان «بررسی دیدگاه‌های دانش‌آموزان و معلمان علوم راهنمایی از علم و ماهیت آن» انجام داد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که دانش‌آموزان و معلمان نه تنها درک درستی از علم و برخی از جنبه‌های ماهیت علم نداشتند، بلکه درک درستی از مطالب موجود در کتاب‌های درسی نیز نداشتند. حسینی‌فر (۱۳۹۲) به شناسایی و سنجش ادراکات دانش‌آموزان از ماهیت علم پرداخت و نتیجه گرفت دانش‌آموزان، درک مناسبی از ماهیت علم ندارند. مطالعات بسیاری بر نقش کتاب‌های درسی علوم تجربی در یادگیری دانش‌آموزان تأکید کرده‌اند. به عنوان مثال در پانل اهداف آموزش و پرورش ملی<sup>۲</sup> (۱۹۹۸) بیان شده است که کتاب‌های درسی موقعیت‌هایی هستند که دانش‌آموزان در آن‌ها با استانداردها مواجه می‌شوند و سپس توصیه می‌شود که دانش‌آموزان و معلمان باید از کتاب‌های درسی به گونه‌ای برخوردار باشند که به آن‌ها در برخورد با استانداردهای آکادمیک کمک کنند.

در نظام‌های آموزشی متمرکز نظیر ایران معمولاً محتوا در قالب کتب درسی ارائه می‌شود و کتاب، محور آموزش و یادگیری است و به همین اعتبار فقدان آن موجب سرگردانی مربی و فراگیر می‌شود به‌ویژه که ارزشیابی از میزان یادگیری در چنین شرایطی اغلب موکول به محتوای کتاب است (تقی‌زاده، ۱۳۸۸). بنابراین بررسی محتوای کتاب‌ها ضرورتی اساسی است. کریمی (۱۳۸۶) با نقد و

<sup>1</sup> Sarkar

<sup>2</sup> National Educational Goal Panel

بررسی کتاب‌های علوم تجربی دوره راهنمایی تحصیلی از منظر پیش‌فرض‌های فلسفه علم نتیجه می‌گیرد که فلسفه علم در کتاب‌های درسی علوم نادیده گرفته شده‌است و همه کتاب‌های درسی علوم پایه اول تا سوم راهنمایی - به استثنای بخش فیزیک که عاری از مؤلفه فلسفه علم است - دیدگاهی مشابه درباره روش علمی دارند که منطبق با رویکرد فلسفه علم سنتی است. لیاقت و همکاران (۱۳۹۲) با روش تحلیل محتوا کتاب علوم تجربی سوم راهنمایی را براساس ماهیت علم و میزان پرداختن به مؤلفه‌های آن بررسی کردند و نتیجه گرفتند بخش‌های مختلف کتاب به ابعاد ماهیت علم به طور متوازن پرداخته است و بیش‌ترین میزان توجه مربوط به مقوله علم به منزله مجموعه دانش و علم به منزله پژوهش است. به عبارتی دانش‌آموزان با علم بیش از همه به عنوان مجموعه‌ای از دانش‌ها رو به رو می‌شوند و چندان دور از انتظار نیست که نتوان انتظار تفکر، نوآوری و فعالیت فناورانه از آن‌ها داشت. یافته‌های مولا (۱۳۹۱) درباره تجربه دبیران علوم دوره دبیرستان از ماهیت علم و چگونگی انعکاس آن در کتاب‌های درسی نشان داد که برخی از جنبه‌های ماهیت علم از قبیل تجربی و موقتی بودن و نقش مشاهده و استنتاج در کتاب‌های درسی خوب انعکاس یافته است اما به ماهیت ذهنی، تخیلی و خلاقانه دانش علمی و ویژگی دانشمندان به صورت خیلی جزئی اشاره شده‌است و اکثر دبیران معتقدند در کتاب‌های درسی هیچ اشاره‌ای به تأثیر مسائل فرهنگی و اجتماعی بر چگونگی انجام کار علمی، نشده است.

یکی از عوامل تحقق اهداف آموزشی منظور شده در کتاب‌های درسی، کتاب‌های راهنمای معلم است. اگرچه نحوه اجرای توصیه‌های کتاب راهنمای معلم، از معلمی به معلم دیگر فرق می‌کند و میزان پابندی آن‌ها به استفاده از رهنمودهای آن یکسان نیست، اما شواهد نشان می‌دهد، راهنما به میزان زیادی بر رفتار معلمان در کلاس درس تأثیر می‌گذارد (محمود معافی، ۱۳۸۵). کتاب راهنمای معلم بنا بر تعریف دستورالعمل اجرای درست برنامه درسی است. به این معنا که چارچوب و عناصر تشکیل‌دهنده راهنمای معلم باید از یک سو با عناصر برنامه درسی هماهنگ باشد، و از سوی دیگر توصیف‌کننده محتوای برنامه به‌ویژه کتاب درسی باشد.

در برنامه درسی جدید علوم تجربی، کتاب معلم یکی از ارکان مهم برنامه است و شاید هم مهم‌ترین رکن برنامه محسوب شود زیرا نقشه پیاده کردن بسته آموزشی را تدوین می‌کند (خلاق و احمدی، ۱۳۹۳). با وجودی که کتاب‌های راهنمای معلم به عنوان یک رسانه از مهم‌ترین اجزاء یک بسته آموزشی به‌شمار می‌رود و هدف عمده آن کمک به معلم در اجرای مطلوب برنامه درسی جهت تحقق اهداف آموزشی است (ملکی، ۱۳۸۵) اما پیشینه پژوهش‌های انجام شده در ایران حاکی از آن

است که این کتاب‌ها توسط پژوهشگران مورد بررسی قرار نگرفته‌اند. همچنین مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که در تألیف کتاب‌های راهنمای معلم از معیارهای واحدی پیروی نشده‌است. اما آنچه بیش‌تر متخصصان آموزشی در ارزیابی کتاب‌های معلم به آن توجه دارند این است که یک کتاب راهنمای معلم مفید، کتابی است که به معلمان کمک کند، تجربه‌های خود را سازمان دهند، بدون آنکه به آن‌ها تجویز شود چه کاری را باید انجام دهند. مطالعه‌ای که در زمینه انتظارات معلمان از کتاب راهنمای معلم در ایران انجام شده‌است، نیز نشان می‌دهد که معلمان ابتدایی، راهنمایی و متوسطه در خصوص اجزای کتاب راهنما، چندان توافقی با هم ندارند (صفوی و معافی، ۱۳۶۹).

با توجه به نقش ماهیت علم در آموزش و جایگاه کتاب‌های راهنمای معلم در عملکرد معلم، در مقاله حاضر این پرسش مطرح است که کتاب‌های راهنمای معلم دروس علوم تجربی چگونه به جنبه‌های ماهیت علم پرداخته‌اند و از آنجایی که فیزیک به عنوان یک علم بنیادی مطرح است و آموزش آن از پرچالش‌ترین علوم است (نک به مجیدی، ۲۰۱۲) تحلیل محتوای کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک به عنوان هدف مقاله در نظر گرفته شد. یادآوری می‌شود نخستین کتاب راهنمای معلم فیزیک در طول تاریخ آموزش فیزیک ایران، در سال تحصیلی ۸۵-۸۴ برای کتاب فیزیک (۱) و آزمایشگاه در دسترس برخی معلمان فیزیک سراسر کشور قرار گرفت. پس از آن در سال ۸۹-۸۸ کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک (۲) و آزمایشگاه، فیزیک (۳) و آزمایشگاه و فیزیک (۱) و (۲) پیش‌دانشگاهی نگارش شد (خلیلی بروجنی، ۱۳۸۹). در این مقاله آخرین چاپ، راهنمای معلم فیزیک ۲ در سال ۱۳۸۹ و فیزیک ۳ و ۴ در سال ۱۳۹۴ انتخاب شده‌است.

از آنجایی که بررسی‌ها نشان می‌دهد در حال حاضر هیچ‌گونه توافق نظر کاملی بین فیلسوفان علم، مورخان علم، دانشمندان و آموزشگران علم بر تعریف خاص ماهیت علم وجود ندارد، اما اجماع کافی درباره مسائل محوری و مهم برای اهداف آموزش آن در سطوح مختلف وجود دارد (ماتیوس<sup>۱</sup>، ۲۰۱۲) و در پژوهش حاضر سه جنبه از عمومی‌ترین جنبه‌های ماهیت علم که اسناد معتبر و استاندارد جهانی بر آن اجماع دارند (مک کوماس، ۲۰۰۲؛ لدرمن، ۲۰۰۷، ۲۰۰۲) در نظر گرفته شد، و این پرسش مطرح شد که رویکرد کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک نسبت به جنبه‌های ماهیت علم شامل موقتی بودن علم، خلاقانه بودن علم، تفاوت و عملکرد نظریه و قانون در علم چگونه است؟

<sup>1</sup> Matthews

### روش پژوهش

پژوهش به روش کیفی و تحلیل محتوای جهت‌دار انجام گرفت. منطق کاربرد این روش این است که پژوهش‌های پیشین به تمرکز بخشیدن پرسش پژوهش حاضر کمک کرده‌اند. بنابراین مقوله‌های پژوهش با استفاده از نظریه‌ها یا پژوهش‌های موجود کدگذاری شده‌اند. در این روش از نظر میکوت و مورهاوس (۱۹۹۵) داده‌های پژوهش برای تحلیل در نهایت به قطعه‌های معنایی<sup>۱</sup> تقسیم می‌شوند. این قطعه‌ها یا واحدهای معنایی می‌تواند یک جمله کوتاه یا یک پاراگراف کامل یا بیش از یک پاراگراف باشند. در پژوهش حاضر پاراگراف به عنوان واحد تحلیل در نظر گرفته شد. متن کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک دوره متوسطه براساس حجم پاراگراف‌های آن تقسیم و شمارش شد، سپس هر پاراگراف براساس بود یا نبود جنبه‌های ماهیت علم شامل موقتی بودن، خلاقانه بودن و عملکرد نظریه و قانون در علم مورد تحلیل قرار گرفت. در پایان همه تحلیل‌های انجام شده و همچنین داده‌های جمع‌آوری شده در یک ترکیب نهایی مورد بررسی و فهم قرار گرفتند. داده‌های پژوهش از آخرین چاپ کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک چهارم در سال ۱۳۹۴، سوم و دوم در سال ۱۳۸۹ گردآوری شد. داده‌ها نیز به روش همسوسازی اعتباریابی گردید.

### یافته‌ها

در این بخش تحلیل‌های حاصل از انجام پژوهش ارائه می‌شود. با توجه به پرسش پژوهش مبنی بر اینکه رویکرد کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک نسبت به جنبه‌های ماهیت علم (موقتی بودن، خلاقانه بودن، تفاوت و عملکرد نظریه و قانون در علم) چگونه است؟ نتایج تحلیل محتوا، رویکرد کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک به سه جنبه به تفکیک نشان داد:

۱- جنبه موقتی بودن علم در کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک: بررسی کتاب راهنمای معلم فیزیک ۲ و آزمایشگاه نشان داد که برخی از پاراگراف‌ها دربرگیرنده مضامینی مانند تحول، تکامل، انقلاب، تغییر، عدم قطعیت، خطا و... هستند، که در ادامه به نمونه‌هایی از آنها اشاره می‌رود. در فصل اول صفحه ۳۲ به رساله‌های مهمی که ارنست ماخ درباره تحولات برخی شاخه‌های فیزیک مانند مکانیک، اپتیک و ترمودینامیک نوشت، اشاره می‌کند. و در صفحه ۳۵ پاراگراف ۱۷۸ آمده است: تا حدود سال ۱۹۷۰، تاریخ فیزیک قرن بیستم عرصه چندان پیشرفته‌ای نبود، اما امروز این وضعیت

<sup>۱</sup> chunks of meaning

به کلی تغییر کرده است و ما شناخت نسبتاً مشروحی از چگونگی ظهور و تحولات نظریه‌های نسبیّت و مکانیک کوانتومی، هم به لحاظ نظری و هم کاربردی، پیدا کرده‌ایم. در صفحه ۴۹ در دو پاراگراف به تغییر و تحول‌های فیزیک هسته‌ای در سال‌های ۱۸۹۶ و ۱۹۱۹ و ۱۹۳۲ شامل کشف پرتوزایی اورانیوم و فرض‌های مربوط به ساختار هسته و مشاهده‌های مربوط به آن اشاره شده‌است. همچنین در صفحه ۳۶ گالیله به‌عنوان پدر علوم تجربی با استفاده از آزمایش نشان داد که برخی از نظریه‌های قدیمی و از جمله نظریه‌های ارسطو دربارهٔ حرکت، درست نیستند. در این پاراگراف‌ها کتاب به تغییرات علم فیزیک از جمله ظهور و تحولات نظریه‌های علمی در قبل و بعد از قرن بیستم و دائمی نبودن نظریه‌های قدیمی اشاره دارد، اما دربارهٔ دوام و پایداری این تحول‌ها و موقتی بودن یا دوام نظریه‌های جدید مطلبی ذکر نشده‌است. در صفحه ۴۳ به تدریج شاخه‌های علم نیز این‌گونه اشاره کرده‌است که با گذشت زمان این تعریف محدود فیزیک حالت جامد نامناسب شد، در صفحه ۴۴ به محدودیت دقت پاسخ مدل‌های استاندارد به پرسش‌های بنیادی اشاره شده‌است. اشاره به حدود تاریخی تا دهه ۱۹۷۰ مربوط به کشف‌های رخ داده از طرفی و محدود کردن دقت پاسخ‌گویی مدل استاندارد به پرسش‌های مطرح شده و بررسی محدوده اعتبار آن می‌تواند بیانگر ماهیت موقتی بودن علم باشد. در صفحه ۶۵ به معلمان توصیه می‌شود دانش‌آموزان را متوجه کنند که اندازه‌گیری هر کمیتی همواره با خطا همراه است، به طوری که هیچ‌گاه خطای اندازه‌گیری یک کمیت صفر نمی‌شود. یا در صفحه ۶۶ آمده‌است: هدف بیشتر پژوهش‌های علمی، به دست آوردن تخمین و برآوردن از مقدار کمیت مورد نظر است. پاسخی که می‌گیریم، هرگز پاسخ کامل و بی‌نقصی نیست. مقدار عددی به دست آمده همیشه با عدم قطعیت‌هایی همراه است. در صفحه ۴۹ به لزوم اصلاح و بازنویسی معادله‌های حرکت براساس فرض بی‌نهایت بودن سرعت نور اشاره دارد. در همین راستا توصیف‌های متفاوتی که از حرکت در دستگاه‌های تبدیل گالیله، نیوتن و لورنتس مشاهده می‌شود نشان از مطلق نبودن ماهیت علم است. در صفحه ۹۳ آمده‌است: جهان‌بینی ارسطویی بطلمیوسی نزدیک به دو هزار سال بر تفکر علمی حکم‌فرمایی داشت، و به عنوان یادمان بزرگ مشاهده و دستاورد اندیشه استوار مانده بود. داستان سرنگونی این جهان‌بینی و جانشینی آن با نظرات نیکولا کوپرنیک، یوهانس کپلر، گالیلهو گالیله، آیزاک نیوتون و دیگران، کانون اصلی نوزایی علم را در اروپای سده‌های پانزدهم تا هفدهم به نمایش می‌گذارد. از این پاراگراف می‌توان دو نتیجه گرفت یکی اینکه جهان‌بینی علمی قابل سرنگونی و در نتیجه جانشینی توسط جهان‌بینی رقیب یعنی نظرات دیگر دانشمندان مانند کوپرنیک، کپلر، گالیله و نیوتن است، و دیگر اینکه جهان‌بینی‌های علمی گرچه

قابل سرنگونی و تغییر هستند اما حاکمیت ۲۰۰۰ ساله تا قبل از دوره کلاسیک و دو سده در دوره نوزایی بیانگر این است که دیدگاه‌ها و نظرات علمی با دوام هستند. در فصل سوم صفحه ۱۴۶ به اختلاف نظر گالیله و ارسطو نسبت به وجود خلاء و عامل حرکت اشاره دارد و در صفحه ۱۴۷ مفهوم لختی گالیله، نظریه حرکت ارسطو را بی‌اعتبار ساخت. در این پاراگراف می‌خوانیم: مفهوم لختی گالیله، نظریه حرکت ارسطو را بی‌اعتبار ساخت. در فصل چهارم و ششم پاراگرافی که مرتبط با جنبه موقتی بودن علم باشد مشاهده نگردید. در فصل پنجم از کل پاراگراف‌های کتاب فیزیک ۲ و آزمایشگاه در سه پاراگراف به این جنبه اشاره شده‌است. در صفحه ۲۴۰ موضوع علمی حرکت براونی ذرات در دو موقعیت زمانی مختلف توسط اینشتین و ژان پرن توصیف شد. ژان پرن توانست چند سال بعد از توضیحات اینشتین در سال ۱۹۰۵ با استفاده از نتایج او با اندازه‌گیری‌هایش وجود مولکول‌ها را نشان بدهد و در توسعه علم نقش داشته باشد. در صفحه ۲۶۸ موقتی بودن علم در موضوع خلأ دیده می‌شود که در دیدگاه‌های مختلف مانند ارسطو، پلوتارخ، دکارت و گاسپارو برتی در دوره‌های مختلف تاریخ علم نقل شده‌است. در صفحه ۹۴ این چنین آمده‌است: در اواخر قرن نوزدهم، گسترش نظریه تابش الکترومغناطیسی تا آنجا پیش رفت که دیدگاه نیوتونی فضا و زمان مطلق به چالش گرفته شد. آلبرت اینشتین، با به دست آوردن نظریه نسبیت خاص در ۱۹۰۵ و نظریه نسبیت عام در ۱۹۱۵، در کانون این درگیری و چالش قرار گرفت. ملاحظه می‌شود که در اواخر قرن نوزدهم چالشی بر سر مطلق بودن فضا و زمان در دیدگاه نیوتنی ایجاد شد که در ابتدای قرن بیستم ظهور نظریه نسبیت را به دنبال داشت، که براساس آن پدیده‌هایی که فیزیک نیوتنی عاجز از توصیف آن‌ها بود توسط فیزیک نسبیتی پاسخ داده شد. در صفحه ۱۲۳ مبحث سقوط آزاد اجسام مطرح و به این نکته اشاره شده‌است که مطالعه‌های گالیله این اعتقاد قدیمی (ارسطویی) را که اجسام سنگین‌تر سریع‌تر از اجسام سبک‌تر سقوط می‌کنند، باطل کرد. بنابراین می‌بینیم که کتاب ظهور نظریه جدید را عامل سقوط نظریه‌های پیشین معرفی می‌کند که این سقوط خود نشانگر ثابت و مطلق نبودن دیدگاه‌های علمی است. همچنین در همین صفحه و پاراگراف‌های بعدی با مقایسه درک امروزی با دوره پیش از قرن بیستم فیزیک و ارائه شکل جدید قانون لختی توسط نیوتن به موقتی بودن ماهیت علم اشاره دارد.

جدول شماره ۱ تحلیل کتاب راهنمای معلم فیزیک ۲ و آزمایشگاه را نسبت به جنبه موقتی

بودن علم نشان می‌دهد.



جدول شماره ۱: تحلیل کتاب فیزیک ۲ و آزمایشگاه راهنمای فیزیک نسبت به جنبه موقتی بودن علم

مضمون	زیرمقوله	مقوله
علم مبتنی بر خطا	بشر قبل از ظهور ایده‌ای جدید، باید بارها اشتباه کند و سکندری بخورد. ص ۲۸/ اندازه‌گیری هر کمیتی همواره با خطا همراه است به طوری که هیچ‌گاه خطای اندازه‌گیری یک کمیت صفر نمی‌شود. ص ۶۵. هدف پیش‌تر پژوهش‌های علمی، به دست آوردن تخمین و برآوردن از مقدار کمیت مورد نظر است. هرگز پاسخ کامل و بی‌نقصی نیست. مقدار عددی به دست آمده همیشه با عدم قطعیت‌هایی همراه است ص ۶۶. در بحث مربوط به داده‌های علمی خطاها حاکی از شناسایی عدم قطعیت نتیجه‌ها است. ص ۶۶	
تکاملی بودن علم	فیزیک هم مثل هر علم دیگری یک فعالیت اجتماعی و فکری است که طی زمان تکامل یافته است، ص ۳۲. تاریخ فیزیک نقش مهمی در تکامل فیزیک ایفا می‌کند. ص ۳۳/ ارنست ماخ رساله‌های مهمی درباره تحول‌های برخی شاخه‌های فیزیک مانند مکانیک، اپتیک و ترمودینامیک نوشت. ص ۳۲/ فرایند تحول علم دلیلی بر اهمیت تاریخ علم است. ص ۳۲/ انقلاب علمی قرن هفدهم که حاصل فعالیت‌های غول‌هایی مانند یوهانس کپلر، کریستیان هویگنس، و نیوتون است و موفقیت‌های بزرگ علم در قرن نوزدهم، که به همت کسانی چون مایکل فاراده، نیکولاس کارنو، لرد کلوین، جیمز کلرک ماکسول، و هرمان فون هلمهولتز حاصل شده است. ص ۳۴/ ما شناخت نسبتاً مشروحو از چگونگی ظهور و تحولات نظریه‌های نسبیت و مکانیک کوانتومی، هم به لحاظ نظری و هم کاربردی، پیدا کرده‌ایم. ص ۳۵/ ژان پرن با استفاده از نتایج اینشتین توانست جرم مولکول‌ها را از طریق اندازه‌گیری‌هایش در حرکت براونی تعیین کند. ص ۲۴۰/ انقلاب کوپرنیکی را کپلر، با فرمول‌بندی قوانین خود در مورد حرکت سیارگان، پیش‌تر برد. ص ۹۳/	
علم قابل رد کردن	که برخی از نظریه‌های قدیمی و از جمله نظریه‌های ارسطو درباره حرکت، درست نیستند. ص ۳۶/ داستان سرنگونی جهان بینی ارسطویی بطلمیوسی و جانیشینی آن با نظرات نیکولا کوپرنیک، یوهانس کپلر، گالیلئو گالیله، آیزاک نیوتون و دیگران، کانون اصلی نوزایی علم را در اروپای سده‌های پانزدهم تا هفدهم به نمایش می‌گذارد. ص ۹۳/ مطالعه‌های گالیله این اعتقاد قدیمی (ارسطویی) را که اجسام سنگین‌تر سریع‌تر از اجسام سبک‌تر سقوط می‌کنند، باطل کرد. ص ۱۲۳/ گالیله با بیان اینکه «اگر در جریان حرکت یک جسم تداخلی به وجود نیاید، به حرکت خود در خط راست تا ابد ادامه می‌دهد» با این اصل (ارسطو) مخالفت کرد. ص ۱۴۶/ نظریه کالریک به تدریج کنار گذاشته شد. ص ۱۴/ در این دانستنی؛ نظریه کالریک و رد آن بحث می‌شود ص ۲۳.	علم موقتی است.
چالشی بودن علم در هر دوره	اینکه فیزیک علمی جاری است و وضعیت کنونی‌اش محصول تاریخی چالش‌های افراد و گروه‌هایی است. ص ۳۴/ در اواخر قرن نوزدهم، گسترش نظریه تابش الکترومغناطیسی تا آن جا پیش رفت که دیدگاه نیوتونی فضا و زمان مطلق به چالش گرفته شد. ص ۹۴/	
اصلاح‌پذیری علم	از آنجایی که سرعت نور واقعاً متناهی است، بنابراین لازم است در حد سرعت‌های نزدیک به سرعت نور، معادله‌های حرکت را اصلاح و بازنویسی کنیم. ص ۴۹/	
تغییر مفاهیم علمی با مرور زمان	مطالعه فیزیک هسته‌ای در سال ۱۸۹۶ با کشف پرتوزایی اورانیوم توسط هانری بکرل و کشف متعاقب پرتوزایی عناصر سنگین دیگر آغاز شد، و در سال‌های ۱۹۱۱ و ۱۹۱۹ با کشفیات جدید دستخوش تغییر شد. ص ۴۹/ ما برای درک امر <b>روزی‌مان</b> از حرکت، نیرو، و صورت‌های فیزیک	

	<p>کلاسیک (فیزیک پیش از قرن بیستم) بیش از هر دانشمند دیگری به آیزاک نیوتون مدیونیم. ص ۱۲۳/ مفهوم لختی گالیله، نظریه حرکت ارسطو را بی اعتبار ساخت. ص ۱۴۷/ مفهوم خلاء از دیدگاه ارسطو، پلوتارخ، دکارت و گاسپارو برتی دچار تغییر شده است. ص ۲۶۸/ با گذشت زمان این تعریف محدود فیزیک حالت جامد نامناسب شد، زیرا کسانی که در این شاخه کار می کردند به زمینه‌هایی از پژوهش پرداختند که با چیزهایی فراسوی شکل سنتی فاز جامد سر و کار داشت. ص ۴۳/ با گذشت زمان این تعریف محدود فیزیک حالت جامد نامناسب شد، زیرا کسانی که در این شاخه کار می کردند به زمینه‌هایی از پژوهش پرداختند که با چیزهایی فراسوی شکل سنتی فاز جامد سر و کار داشت. ص ۴۳/</p>	
--	---	--

در مقدمه فصل اول کتاب راهنمای معلم فیزیک ۳ و آزمایشگاه بر دائمی نبودن علم چنین تأکید شده است: علوم تجربی دانشی است آزمودنی که با ظهور شواهد و دلایل جدید در معرض بحث و تغییر است. در پاراگراف ۱۳ به استناد تاریخ علم به مفاهیم گوناگون گرما اشاره شده است. به طوری که دو بیست سال قبل گمان می کردند گرما شاره‌ای نامرئی به نام کالریک است که مثل آب از اجسام داغ به اجسام سرد جریان پیدا می کند. در اواسط قرن نوزدهم معلوم شد جریان گرما چیزی جز جریان انرژی نیست. بنابراین نظریه کالریک به تدریج کنار گذاشته شد. امروز گرما را نوعی انرژی در گذر در نظر می گیریم. تغییر مفهوم گرما از شاره‌ای نامرئی به نام «کالریک» به «انرژی در گذر» دلیلی بر موقتی بودن ماهیت مفاهیم علم است. گرچه این بر دائمی نبودن دانش علم تأکید می کند، اما با توجه به اینکه از اواسط قرن نوزدهم به بعد نظریه کالریک کنار گذاشته شد نشانگر این است که علم ضمن گذرا بودن دارای دوام است. در کتاب راهنمای معلم فیزیک ۴ در صفحه ۱ پاراگراف ۲ فعالیتی توسط گالیله به منظور مردود کردن نظریات مورد قبول ارسطو درباره سقوط آزاد انجام گرفت. اقدام‌های گالیله برای نشان دادن مردود بودن نظریه‌های ارسطو دال بر آن است که کتاب راهنمای فیزیک ۴ در این پاراگراف بر جنبه موقتی بودن علم تأکید دارد. در پاراگراف ۲۷۳ تأکید شده است که ناتوانی نظریه‌های کلاسیکی ترمودینامیک و الکترومغناطیس در توجیه برخی پدیده‌ها و نتایج آزمایش‌ها باعث تغییر بنیادی علم گردید. مطابق آنچه که در فصل ۷ صفحه ۲۷۹ آمده است: در سال ۱۹۹۰، سقوط فیزیک کلاسیک نیوتون، ظهور فیزیک کوانتومی را در پی داشت و همچنین در فصل ۸ صفحه ۳۵۰ توصیف ساختار اتم برحسب صرفاً ذره‌های مثبت و تغییر آن برحسب ذرات پروتون و نوترون در سال ۱۹۱۱ نشان از موقتی بودن علم دارد. همچنین در پاراگراف دیگری در صفحه ۲۷۹ در فصل ۷ می خوانیم: کشف انقلابی کوانتشی انرژی توسط پلانک، سقوط فیزیک کلاسیک نیوتون و ظهور فیزیک کوانتومی را در پی داشت.

جدول شماره ۲: تحلیل کتاب راهنمای معلم فیزیک ۴ و ۳ و آزمایشگاه فیزیک نسبت به جنبه موقتی بودن علم

مضمون	زیرمقوله	کتاب	مقوله
تغییرپذیری	علوم تجربی دانشی است که با ظهور و شواهد و دلایل جدید در معرض بحث و تغییر می‌باشد/ در سال ۱۹۹۰، کشف انقلابی کوانتوم انرژی، سقوط فیزیک کلاسیک نیوتون و ظهور فیزیک کوانتومی را در پی داشت. ص ۱/	فیزیک ۳	علم موقتی است
رد شدنی بودن	گاليله به منظور مردود کردن نظریه‌های مورد قبول ارسطو درباره سقوط آزاد آزمایش‌هایی انجام داد. صص ۱ و ۲۷۹/	فیزیک ۴	
علم قابل تغییر	ناتوانی نظریه‌های کلاسیکی ترمودینامیک و الکترومغناطیس در توجیه برخی پدیده‌ها و نتایج آزمایش‌ها باعث تغییر بنیادی علم گردید. ص ۲۷۳/		

براساس اطلاعات موجود در جدول شماره ۲ از کل پاراگراف‌های کتاب راهنمای فیزیک ۳ و آزمایشگاه تعداد ۱ پاراگراف با مضمون تغییرپذیری علم و از کل پاراگراف‌های کتاب فیزیک ۴ دو پاراگراف با مضامین رد شدنی بودن و تغییرپذیری علم به موقتی بودن علم اشاره دارد.

## ۲- جنبه خلاقانه علم در کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک: جدول شماره ۳ یافته‌های حاصل

از تحلیل کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک نسبت به جنبه خلاقانه علم را نشان می‌دهد. در ابتدای کتاب فیزیک ۲ در صفحه ۳ پاراگراف‌های ۶ و ۸ براساس الگویی، معلمان علوم در گروه‌های یادگیری همگن، ایده‌های جدید و اندیشه‌های نو مطرح می‌کنند، و همراه با دانش‌آموزان در حال بررسی و دریافت تازه‌ای از دانش بوده‌اند. مضامینی نظیر ایده‌های جدید و اندیشه‌های نو و تازه به نقش خلاقیت در علم تأکید دارد. کشف شدنی بودن علم هم از مضامین مرتبط به خلاقانه بودن علم است. مثلاً در کتاب فیزیک ۲ صفحه ۴۴ آمده است: پژوهشگران این حوزه از علوم (فیزیک) هم در پی کشف آن سنگ بناهای اصلی عالم‌اند، که البته اگر کشف را به معنای پیدا کردن یک واقعیت در نظر بگیریم در مقابل ساختن، ابداع است و می‌توان گفت که در این بخش به جنبه خلاقانه علم توجهی نشده است. اما در ادامه مضامین ساختن و سازندگی مطرح شده است. در صفحه ۴ پاراگراف ۱۱ می‌خوانیم: در کلاس درس فقط تئوری‌ها تمرین نمی‌شود، بلکه تئوری‌سازی اساس کار قرار می‌گیرد. و یا در صفحه ۲۸ بیان شده است که از نظر اینشتین دانش آن چیزی است که در ذهن بشر ساخته می‌شود. تخیل از دیگر شاخص‌های خلاقیت است در همین صفحه شاخص (تخیل) بسیار مهم‌تر از شناخت مطرح شده است، سپس در پاراگراف دیگر ضعف تاریخی آن در نوع بشر چنین بیان شده است: تاریخ اکتشاف علمی و فنی به ما می‌آموزد که نوع بشر، در تفکر مستقل و قدرت

تخیل سازنده، فقیر است. مدل‌سازی هم شاخص دیگر خلاقیت است. در صفحه ۲۹ آمده است: به رغم پذیرش توانمندی سرشت سازنده شیوه‌های متفاوت تفکر، اینشتین متذکر می‌شود که غالباً فیزیک، به طور مؤثر به صورت ریاضی مدل‌سازی می‌شود. کتاب در فصل دوم با ذکر مضمون ابداع که از شاخص‌های خلاقیت است بر این جنبه علم اشاره کرده است. در صفحه ۹۳ آمده است: دیدگاه ابداعی کلاودیوس بطلمیوس، منجم اسکندرانی، درباره حرکت اجسام آسمانی تأثیر عظیمی به جای گذاشت. و همچنین در صفحه ۹۵ آمده است: نیوتون، به طور هم‌زمان با گوتفرید ویلهلم لایب‌نیتس، حسابان را ابداع کرد، و با استفاده از این ابزار ریاضی، ارتباط میان بازه مکانی جسم در طول زمان  $x$  تابع معرف موقعیت مکانی (یا موقعیت)، سرعت، و شتاب را به دست آورد. ملاحظه می‌شود که بطلمیوس با دیدگاه مبتکرانه خود به توصیف حرکت اجرام آسمانی می‌پردازد و همچنین ابداع نیوتون و لایب‌نیتس در استفاده از ریاضی برای ارائه مفاهیم سینماتیک مانند سرعت و شتاب و مکان دال بر مبتنی بودن علم بر خلاقیت است. در فصل سوم صفحه ۱۵۸ آمده است: یکی از بزرگ‌ترین دانشمندان تمام قرن‌ها، گالیله ثابت کرده بود که این سیاره‌ها هستند که به دور خورشید می‌چرخند و نه به دور زمین. آن‌طور که عموم مردم می‌اندیشیدند. ابزارک نیوتون به دستاوردها و کشف‌های گالیله و دیگران بسیار علاقمند بود. ابزارک فکر می‌کرد که عالم هستی مثل ماشینی عمل می‌کند که قانون‌های کم و ساده‌ای بر آن حاکم است. اینکه نیوتون عالم هستی را به ماشین تشبیه کرده از مضامینی است که به کاربرد خلاقیتی نیوتون مرتبط است. نیوتون همچنین خلاقیت خود را در تشبیه حرکت سیب به سمت زمین و پدیده‌های طبیعی دیگر مانند حرکت اجرام آسمانی مانند ماه به دور زمین نشان داده است. این را در صفحه ۱۵۹ می‌خوانیم: بیشتر مردم وقتی به نیوتن فکر می‌کنند، او را زیر یک درخت سیب در حال افتادن سیب می‌بینند. زمانی که نیوتن سیب را هنگام افتادن دید به فکر حرکت خاصی افتاد. نیوتون فهمید که جاذبه نیروی جذب‌کننده‌ای است بین دو جسم. او همچنین دانست که اجسام با جرم بیش‌تر نیروی جاذبه بیش‌تری را اعمال می‌کنند، یا به بیان دیگری اجسام کوچک‌تر را به سمت خود می‌کشند. این همان دلیلی است که سیب به خاطر آن به سمت زمین می‌افتد به جای رفتن به هوا، و اینکه چرا مردم در آسمان شناور نیستند ابزارک در مورد جاذبه و سیب اندیشید. او فکر می‌کرد که ممکن است جاذبه به زمین و اشیای بر روی آن محدود نشود. چه می‌شود اگر جاذبه در ماه و اطراف آن وجود داشته باشد؟ در صفحه ۱۶۳ تأکید شده است که با استناد به شواهد تاریخی بسیاری از یافته‌های علمی در زمان‌های گذشته به وسیله دانشمندان با ابزار

ساده به شیوه‌های جالب و شگفت‌آور به دست آمده‌است. کاربرد وسایل ساده و اعمال روش‌های خاص که باعث شگفتی شده‌است می‌تواند بیانگر نقش خلاقیت در روند کسب یافته‌های علمی باشد. همین موضوع در مطالعه روش کار اراتوستن در محاسبه شعاع زمین ملاحظه می‌شود که در صفحه ۱۶۳ این‌چنین اشاره شده‌است: اراتوستن در حدود سه قرن قبل از میلاد با روشی بسیار ساده و تقریبی زیبا توانست محیط زمین را محاسبه کند. وی این کار را با اندازه‌گیری طول سایه یک برج در اسکندریه، هم‌زمان با تابش عمودی پرتوی خورشید در شهر سوئنه (Syene) انجام داد. در این شهر چاهی عمیق وجود داشت که تصویر خورشید در هنگام ظهر روز اول تابستان درست در آن می‌افتاد. وی گروهی را مأمور کرد تا فاصله این دو شهر را اندازه‌گیری کنند. در زمانی معین از روز پرتوی خورشید بدون برخورد به دیواره چاه به کف آن برخورد می‌کرد. درست در این زمان سایه برج در اسکندریه اندازه‌گیری شد. ساده کردن مسائل علمی برای ارائه راه‌حل‌های مناسب مورد دیگری در نقش خلاقیت در علم بشمار می‌رود پاراگرافی در صفحه ۱۸۴ از این نمونه است که در آن می‌خوانیم: چرا کف اتاق نمی‌گذارد به طرف پایین سقوط کنیم؟ از لحاظ مفهومی، با در نظر گرفتن اتم‌های هر یک از این دو جسم و مقاومت‌شان در مقابل تراکم اتمی و با استفاده از اصل عدم قطعیت می‌توان به چنین پرسشی پاسخ گفت. اما برای پاسخ به پرسش‌هایی از این قبیل، باید برهم‌کنش‌های کوانتومی بین پا و کف اتاق را به دقت تحلیل کنیم که حتی برای پیشرفته‌ترین رایانه‌ها هم کار دشواری است. بنابراین، فیزیک‌دان‌ها برای ساده کردن مسئله، یک نیروی ماکروسکوپیکی به نام نیروی عمودی تعریف می‌کنند که همه این برهم‌کنش‌های اتمی پیچیده را در بر می‌گیرد و اثر جمعی‌شان را توصیف می‌کند. از کل پاراگراف‌های کتاب راهنمای معلم فیزیک ۲ و آزمایشگاه در فصل چهارم تنها یک پاراگراف در صفحه ۲۱۵ مرتبط با خلاقانه بودن علم بیان شده‌است که در آن به طراحی دماسنجی اشاره می‌کند، که ژول دانشمند انگلیسی به طراحی آن اقدام کرد و همچنین از کل پاراگراف‌های کتاب راهنمای معلم فیزیک ۲ و آزمایشگاه در فصل چهارم تنها پاراگرافی در صفحه ۴۸۵ مرتبط با خلاقانه بودن علم بیان شده‌است که در آن به طراحی آزمایشی اشاره می‌پردازد که توسط توریچلی دانشمند ایتالیایی انجام گرفت. از کل پاراگراف‌های کتاب راهنمای فیزیک ۳ و آزمایشگاه تعداد ۵ پاراگراف به جنبه خلاقیت در علم اشاره شده‌است. که در بخش دانستنی‌های فصل دوم قرار دارند. در صفحه ۱۰۱ فرانکلین با تغییر در طراحی آزمایش خلاقیت خود را به کار برد و در پاراگرافی دیگر پرستلی خلاقانه با برقراری تشابه میان عناصر لحاظ شده در قانون گرانش با عناصر قانون الکتریسیته، قانون الکتریکی را نتیجه گرفت. یعنی خلاقیت را

در بخش نتیجه‌گیری نشان داده‌است. در فصل دوم صفحه ۱۳۵ خلاقیت موشنبروک در ساختن خازن و در فصل چهارم صفحه ۲۹۵ فعالیت اورستد، فیزیکدان دانمارکی در الکترومغناطیس با عنوان «کشف اثرهای مغناطیسی جریان الکتریکی» معرفی شده‌است.

جدول شماره ۳: تحلیل کتاب‌های راهنمای فیزیک نسبت به جنبه خلاقانه بودن علم

مضمون	زیرمقاله	کتاب	مقاله
علم مبتنی بر نوآوری	در گروه‌های یادگیری همگن، ایده‌های جدید و اندیشه‌های نو مطرح می‌کردند. ص ۳۰.	دوم	چهارم
	ایده‌های جدید را در میان اعضاء گروه و شرکت‌کنندگان پیگیری می‌کند. ص ۳۰.		
علم قابل کشف	یانگ کارهای نوآورانه را در زمینه‌های متعدد و به ویژه نورشناسی انجام داد. ص ۱۴۳/۱۴۴	چهارم	علم مبتنی بر خلاقیت است
	معلم ذهن دانش‌آموزان را با یادگیری درگیر می‌کند تا خود به کشف موضوعات تازه بپردازد. ص ۳۰/۳۱ به کشف الگوهای در این داده‌ها (داده‌های جهان طبیعی) دست یافتند. ص ۳۸/۳۹ علم پیشه‌هایی که دانش تاریخی‌شان بیشتر باشد برای رسیدن به کشف‌های جدید موقعیت بهتری دارند. ص ۳۳/۳۴ پژوهشگران این حوزه از علوم هم در پی کشف آن سنگ بناهای اصلی عالم اند. ص ۴۴/۴۵ دانشمندان برای گشودن رازهای طبیعت در تلاش بوده‌اند. ص ۴۴/۴۵ مطالعه‌های گالیله درباره حرکت یکنواخت منجر به کشف قانون لختی شد. ص ۱۲۳/۱۲۴ نیوتون شکل ریاضی نیروی گرانش بین دو جسم را پیدا کرد، ص ۱۲۴/۱۲۵ رادرفورد پاسخ این معما را در هسته اتم یافت. ص ۳۵۱/۳۵۲	دوم	
	در این دانستی، تلاش موشنبروک استاد فیزیک در انجام آزمایش‌های الکتروسیسته و منجر شدن به کشف تصادفی خازن بیان می‌شود. ص ۱۳۵/۱۳۶ در این دانستی، زندگی نامه هانس کریستین اورستد، فیزیکدان دانمارکی، و کشف اثرهای مغناطیسی جریان الکتریکی شرح داده می‌شود. ص ۲۹۵/۲۹۶	سوم	
	امواج الکترومغناطیس توسط هرتز کشف شد. ص ۲۷۳/۲۷۴ کشف پدیده پرتوایی توسط بکرل و پرتوهای ایکس توسط رونتگن و فرضیه متهورانه پلانک بیان شده‌است ص ۲۷۴/۲۷۵. تامسون به عنوان کاشف الکترون است. ص ۳۰۳/۳۰۴	چهارم	
ساختنی بودن علم	تئوری‌سازی اساس کار قرار می‌گیرد. ص ۴/۵ دانش توسط فرد ساخته می‌شود. ص ۴/۵ تعریف ساختن‌گرایی افراطی و ساختن‌گرایی اجتماعی. ص ۴/۵ دانش آن چیزی است که در ذهن بشر ساخته می‌شود. ص ۲۸/۲۹ غالباً فیزیک، به طور مؤثر به صورت ریاضی مدل‌سازی می‌شود. ص ۲۹/۳۰	دوم	
تخیلی بودن علم	نوع بشر، در تفکر مستقل و قدرت تخیل سازنده، فقیر است. ص ۲۸/۲۹ اینشتین به تخیل در فیزیک اهمیت زیادی می‌دهد. ص ۲۸/۲۹ تخیل بسیار مهم‌تر از شناخت است. ص ۲۸/۲۹	دوم	
ابداعی بودن علم	دیدگاه ابداعی کلاودیوس بطلمیوس، منجم اسکندرانی، درباره حرکت اجسام آسمانی ص ۹۳/۹۴ نیوتون، به طور همزمان با گوتفرید ویلهلم لایب‌نیتس، حسابان را ابداع کرد. ص ۹۵/۹۶	دوم	چهارم
	نظریه نسبیت توسط اینشتین ابداع شد. ص ۲۷۴/۲۷۵		
	ایزاک فکر می‌کرد که عالم هستی مثل ماشینی عمل می‌کند که قانون‌های کم و ساده‌ای بر آن	دوم	

علم متأثر از تشبیه	حاکم است. ص ۱۵۸/ایزاک در مورد جاذبه و سیب اندیشید. ص ۱۵۹/	چهارم
	او(ماکسول) آن (جریان الکتریکی) را مشابه کشتی‌ای دانست که در طوفان لنگر انداخته و گر چه حرکتی (به معنای عادی) ندارد، ولی در محل خود جابه‌جا می‌شود. ص ۲۴۵/	
کاربرد سادگی در علم	بسیاری از یافته‌های علمی در زمان‌های گذشته به وسیله دانشمندان با ابزار ساده به شیوه‌های جالب و شگفت‌آور به دست آمده‌است. ص ۱۶۳/ اراتوستن در حدود سه قرن قبل از میلاد با روشی بسیار ساده و تقریبی زیبا توانست محیط زمین را محاسبه کند. ص ۱۶۳/ فیزیک‌دان‌ها برای ساده کردن مسئله، یک نیروی ماکروسکوپیکی به نام نیروی عمودی تعریف می‌کنند. ص ۱۸۴/	دوم
طراحی در علم	دماسنجی را طراحی کرد که بتواند دمای آب بالا و پایین آبشار را اندازه بگیرد. ص ۴۲۶// آزمایش معروفی که در سال ۱۶۴۳ توسط دانشمند ایتالیایی، اوانجلیستا توریچلی، طراحی و در سال ۱۶۴۴ توسط وینچنزو ویویانی اجرا شد، سرانجام فیلسوفان را نسبت به وجود خلاء قانع کرد. ص ۴۸۵/	دوم
	بنیامین فرانکلین دریافت که اگر چوب پنبه‌ای کوچک در نزدیک قوطی فلزی بارداری خارج از قوطی آویزان باشد، به شدت جذب آن می‌شود. ص ۱۰۱//	سوم
	گایگر و مارسدن با طراحی آزمایش خلاقانه به موضوع ساختار هسته پرداختند. ص ۳۰۴//	چهارم

### ۳- جنبه عملکرد و مقایسه نظریه و قانون در علم در کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک: از

کل پاراگراف‌های کتاب راهنمای فیزیک ۲ و آزمایشگاه تعداد ۷ پاراگراف در فصل اول به قانون و نظریه اشاره شده‌است. در فصل اول صفحه ۳۶ آمده‌است: گالیله پدر علوم تجربی برخی از قانون‌های طبیعت را با استفاده از آزمایش به دست آورد و نشان داد که برخی از نظریه‌های قدیمی و از جمله نظریه‌های ارسطو درباره حرکت، درست نیستند. در مطلب فوق ضمن توجه به جایگاه گالیله در بنیان‌گذاری علوم تجربی، می‌توان اذعان داشت که می‌شود قوانین علمی را از طریق تجربی به دست آورد و برای نظریه‌های قدیمی مانند نظریه ارسطو که حدود ۲۰۰۰ سال رایج بود، با ارائه نظریه‌های رقیب امکان بی‌اعتبار خواندن و یا رد کردن وجود دارد. در ادامه فصل اول کتاب باز هم تأکید شده که نظریه علمی هم مبتنی بر شواهد تجربی آزمایش و مشاهده است. در صفحه ۳۷ مطابق زیر از آن به عنوان یکی از ارکان علم فیزیک نام برده شده‌است: فیزیک‌دانان نظری، با تجزیه و تحلیل داده‌های تجربی که از طریق آزمایش و مشاهده به دست آمده‌است، نظریه می‌سازند و در صفحه ۳۹ همچنین بر تجربی بودن نظریه اشاره شده‌است: هدف روش علمی، ساختن نظریه‌هایی علمی است که پیش‌بینی داشته باشند و با تجربه بشود آنها را آزمود. روش علمی، ابزار قدرت‌مندی برای پیشرفت سریع علمی است. شناخت علمی، با پیشرفت بدن‌هاش به شاخه‌های زیادی از جمله اخترشناسی،

زیست‌شناسی، شیمی، زمین‌شناسی، علوم پزشکی و فیزیک تقسیم شده است. کتاب شرط پذیرش نظریه علمی را علاوه بر شواهد تجربی، هم‌خوانی با نظریه‌های قبلی نیز می‌داند. این را در فصل اول صفحه ۳۷ می‌خوانیم:

هر نظریه فیزیکی باید: با همه یافته‌های تجربی و نظریه‌های معتبر قبلی سازگار باشد. و پیش‌بینی‌های آن با نتایج آزمایش‌ها سازگار باشد. در ادامه بر بیشتر ریاضیاتی شدن نظریه‌ها در علم فیزیک نوین در صفحه ۳۹ چنین اشاره شده است: فیزیک پیشه‌ها از یک نظر دیگر هم متخصص ابزارهای تجربی فوق‌العاده دقیق و ظریف شده‌اند. گاه ساختن و مدرج کردن یک دستگاه چندین سال طول می‌کشد. نظریه‌های فیزیکی نوین هم پیش‌تر و بیش‌تر ریاضیاتی و مجرد می‌شوند. بعضی فیزیک‌پیشه‌ها ترجیح می‌دهند آزمایش طرح کنند، ابزارهای آزمایشگاهی را سر هم کنند، و برنامه‌های رایانه‌ای برای پردازش مقادیر عظیم داده‌ها بنویسند. به اینها فیزیک پیشه تجربی می‌گویند. فیزیک‌پیشه‌های دیگر پیش‌تر به فرمول‌بندی، تحقیق، و آزمودن نظریه‌ها علاقه‌مندند. به اینها فیزیک پیشه نظری می‌گویند. در صفحه ۳۹ درباره تفاوت فیزیک نظری و تجربی آمده است: در فیزیک تجربی نیروهای طبیعت و رفتار ماده بر اثر این نیروها را با روش یا رهیافت تجربی مشخص می‌کنند؛ در حالی که در فیزیک نظری، مشاهده‌ها را به زبان ریاضی توصیف می‌کنند تا با درک نیروهای زیربنایی طبیعت، قوانین حاکم بر آن را به دست آورند. این نظریه‌هایی که برای نمایش رفتار مشاهده شده ساخته می‌شوند، پیش‌بینی‌هایی دارند که آزمودنشان از طریق آزمایش‌های دیگر منجر به ارزیابی این نکته می‌شود که این قوانین تا چه حدی کامل و بنیادی‌اند. به نظر می‌رسد در این پاراگراف نظریه و قانون به روشنی تفکیک نشده‌اند.

کتاب در فصل اول به ماهیت کشف کردنی قوانین اشاره دارد در همین باره در صفحه ۴۴

آمده است:

فیزیک ذرات به ما می‌آموزد که جهان از چه ساخته شده است و در بنیادی‌ترین سطوح چگونه رفتار می‌کند. پژوهشگران این حوزه از علوم هم در پی کشف آن سنگ بناهای اصلی عالم‌اند تا هر آنچه را که در عالم وجود دارد بتوان از آن‌ها ساخت، و نیز در پی کشف قوانینی هستند که نحوه جفت و جور شدن این اجزا و برهم‌کنش‌هاشان را توصیف کنند تا همه آن نقش و نگارها و تنوعی که در طبیعت مشاهده می‌کنیم به دست آید. همچنین در دانستن صفحه ۴۴ آمده است: فیزیک ذرات، ریشه در تفکر یونان باستان دارد. یونانی‌ها مفهوم اتم‌ها را به عنوان قطعات تقسیم‌ناپذیر معرفی کردند که تمام آنچه در طبیعت وجود دارد از آن‌ها ساخته شده است. این میراث در طول زمان با



کشف قوانین مکانیک، حرکت سیاره‌ای، الکتریسیته، و مغناطیس منجر به پدید آمدن روش علمی و در قرن بیستم هم منجر به پیدایش نظریه‌های انقلابی نسبیت و مکانیک کوانتومی شد.

از مطلب بالا چنین استنتاج می‌شود که قوانین کشف کردنی هستند و می‌توانند به نظریه و در آخر به انقلاب‌ها و تحولات علمی منجر شوند. از کل پاراگراف‌های کتاب راهنمای معلم فیزیک ۲ و آزمایشگاه تعداد ۷ پاراگراف در فصل دوم به قانون و نظریه علمی ارتباط دارد. در صفحه ۹۴ در بخش دانستنی آمده‌است: چندی بعد، ژوزف لوئی لاگرانژ و ویلیام روان هاملتون با ارائه ریاضیاتی اصول نیوتون، زمینه‌ای پدید آوردند که در گسترش فرمول بندی‌های نوین مکانیک و نظریه‌های فیزیکی دیگر اثرگذاری‌های مهمی داشت. براساس این پاراگراف قوانین هاملتونی در مکانیک از عوامل اثرگذار در نظریه‌های فیزیکی دال بر این است که نظریه علمی می‌تواند از قانون علمی تأثیر بپذیرد. در پاسخ به این پرسش که قانون خلق می‌شود یا کشف؟ در صفحه ۱۲۲ بخش دانستنی آمده‌است: مطالعات گالیله درباره حرکت یکنواخت منجر به کشف قانون لختی شد. در دانستنی دیگر در صفحه ۹۵ می‌خوانیم: نظریه نسبیت عام اینشتین، نظریه‌ای هندسی درباره گرانش است. نسبیت عام در کنار مکانیک کوانتومی، که نظریه برهم‌کنش اجسام فیزیکی در مقیاس میکروسکوپیکی اتم و ذرات زیراتمی است، جدیدترین نظریه حرکت است که در سطح عمومی پذیرفته می‌شود. مطالب مطرح شده در این پاراگراف بر قابلیت تکامل نظریه علمی تأکید دارد. از کل پاراگراف‌های کتاب راهنمای معلم فیزیک ۲ و آزمایشگاه تعداد ۴ پاراگراف در فصل سوم به قانون و نظریه علمی ارتباط دارد. در فصل سوم صفحه دانستنی صفحه ۱۴۷ پاراگراف ۳۲۹ آمده‌است: مفهوم لختی گالیله، نظریه حرکت ارسطو را بی‌اعتبار ساخت. ارسطو متوجه این اندیشه درباره لختی نشد. گالیله اندیشه ارسطو درباره حرکت اجسام را کاملاً دگرگون ساخت. مقاومت و تمایل اجسام در برابر تغییر حرکت را «لختی» نامید. نیوتون این اندیشه گالیله را بهبود بخشید و قانون اول خود را به وجود آورد که به درستی قانون لختی خوانده می‌شود. براساس مطالب پاراگراف فوق گالیله به تغییر و تحول دیدگاه ارسطو نسبت به مفاهیم فیزیکی مانند لختی پرداخت و بعد از او نیوتون به اصلاح اندیشه گالیله در این باره اقدام کرد و قانون لختی را با عنوان قانون اول نیوتون به دنیای علم ارائه کرد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که قانون مطلق نیست بلکه در دوره‌های مختلف تغییر می‌کند و نظریه قابل رد کردن و ساقط کردن است. در صفحه ۱۵۸ مطالعه می‌کنیم: نیوتون همانند گالیله بر این اندیشه بود که ریاضیات راهی است برای اثبات و بیان این قانون‌ها، نیوتون یکی از بزرگ‌ترین دانشمندان دنیا بود. ایزاک نحوه کار جهان را با ریاضیات توضیح می‌داد، او قانون‌های حرکت و گرانش را فرمول‌بندی

کرد. این قانون‌ها فرمول‌های ریاضی‌هایی هستند که حرکت اشیاء را هنگامی که بر آن‌ها نیرویی وارد می‌شود توضیح می‌دهند. براساس مطلب مطرح شده قانون‌های علمی به زبان ریاضیات بیان و اثبات می‌شوند. قانون‌های جهانی گرانش و دینامیک نمونه‌هایی از قانون‌های علمی مورد اشاره هستند که توسط نیوتون با فرمول‌های ریاضی ارائه شده‌اند. جدول شماره ۴ یافته‌های حاصل از تحلیل کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک را نسبت به مقایسه و ماهیت نظریه و قانون علمی نشان می‌دهد.

جدول شماره ۴: تحلیل کتاب راهنمای معلم فیزیک ۲ و آزمایشگاه نسبت به جنبه قانون و نظریه علمی

مضمون	زیرمقاله		مقاله
	نظریه	قانون	
مطلق نبودن نظریه‌ها/ نظریه قابل رد شدن	برخی از نظریه‌های قدیمی و از جمله نظریه‌های ارسطو درباره حرکت، درست نیستند. ص ۳۶ مفهوم لختی گالیله، نظریه حرکت ارسطو را بی‌اعتبار ساخت. ص ۱۴۷	-	تفاوت و عملکرد قانون و نظریه در علم
تجربی بودن قانون علمی	فیزیک‌دانان نظری، با تجزیه و تحلیل داده‌های تجربی که از طریق آزمایش و مشاهده به دست آمده‌است، نظریه می‌سازند. ص ۳۷	گالیله پدر علوم تجربی برخی از قانون‌های طبیعت را با استفاده از آزمایش به دست آورد. ص ۳۶	
مرتبط بودن نظریه با نظریه‌های قبلی	هر نظریه فیزیکی باید: با همه یافته‌های تجربی و نظریه‌های معتبر قبلی سازگار باشد و پیش‌بینی‌های آن با نتایج آزمایش‌ها سازگار باشد. ص ۳۷	-	
نظریه قابل ساختن	هدف روش علمی، ساختن نظریه‌هایی علمی است که پیش‌بینی داشته باشند و با تجربی‌ها همخوانی داشته باشند. ص ۳۹	-	
قوانین کشف شدنی	-	در پی کشف قوانینی هستند که نحوه جفت‌وجور شدن این اجزا و برهم‌کنش‌هاشان را توصیف کنند تا همه آن نقش و نگارها و تنوعی که در طبیعت مشاهده می‌کنیم به دست آید. ص ۴۴ مطالعه‌های گالیله درباره حرکت یکنواخت منجر به کشف قانون لختی شد. ص ۱۲۲	
قانون منجر به پیدایش نظریه	کشف قوانین مکانیک، حرکت سیاره‌ای، الکتریسیته، و مغناطیس در قرن بیستم هم منجر به پیدایش نظریه‌های انقلابی نسبیت و مکانیک کوانتومی شد. ص ۴۴	کشف قوانین مکانیک، حرکت سیاره‌ای، الکتریسیته، و مغناطیس منجر به پدید آمدن روش علمی شد. ص ۴۴	
تأثیرپذیری نظریه از قانون	هامیلتون با ارائه ریاضیاتی اصول نیوتون، زمینه‌ای پدید آوردند که در گسترش فرمول‌بندی‌های	-	

	نوین مکانیک و نظریه‌های فیزیکی دیگر انزگاری‌های مهمی داشت. ص ۹۴		
قابلیت تکامل نظریه	نظریه برهم‌کنش اجسام فیزیکی در مقیاس میکروسکوپیکی اتم و ذرات زیراتمی است، جدیدترین نظریه حرکت است که در سطح عمومی پذیرفته می‌شود. ص ۹۵	-	
ساختنی بودن قانون	-	نیوتون این اندیشه گالیله را بهبود بخشید و قانون اول خود را به وجود آورد که به درستی قانون لختی خوانده می‌شود	
بیان قانون به زبان ریاضی	-	ریاضیات راهی است برای اثبات و بیان این قانون‌ها ص ۱۵	

از کل پاراگراف‌های کتاب راهنمای فیزیک ۳ و آزمایشگاه تعداد ۵ پاراگراف به نظریه و قانون در علم اشاره شده‌است که در بخش دانستنی‌ها قرار داده شدند. کشف‌کردنی بودن یکی از ویژگی‌هایی است که کتاب برای قانون علمی بیان کرده‌است. برای نمونه در فصل اول پاراگراف ۱۸ می‌خوانیم نتیجه قانون‌های کشف شده توسط رابرت بویل و ژاک شارل و ژوزف گی لوساک به شکل معادله حالت گاز کامل ارائه می‌شود. در راهنمای تدریس معادله حالت گاز کامل در صفحه ۱۵ کمیت‌های فشار، حجم و دما به عنوان متغیرهای ترمودینامیکی هستند، که رابطه بین آن‌ها معادله حالت گاز کامل را تشکیل می‌دهد. بنابراین قانون یک مقوله کشف شدنی است که با کمیت‌های ماکروسکوپی قابل اندازه‌گیری و قابل مشاهده توسط حواس به صورت معادله ریاضی ارائه می‌شود. براساس آنچه که در فصل دوم صفحه ۱۰۱ آمده‌است نتیجه‌ای را که پرستلی از نتایج فرانکلین بدست آورده نشان می‌دهد که قانون روابط ریاضی بین کمیت‌های قابل مشاهده و اندازه‌گیری است. در پاراگراف شماره ۱۳ فصل اول با ارائه شواهد تاریخی از نظریه‌های مربوط به گرما به مطلق نبودن نظریه اشاره شده‌است. اگرچه در این پاراگراف بر تغییرپذیری و در پاراگراف شماره ۲۳ به رد کردن نظریه کالریک توسط تلاش‌های تامسون اشاره شده‌است، برقراری این نظریه در مدت زمان طولانی (تا اواسط قرن نوزدهم) نشانگر این است که نظریه علمی ضمن گذرا بودن دارای دوام است. جدول شماره ۵ یافته‌های حاصل از تحلیل کتاب‌های معلم فیزیک ۳ و آزمایشگاه را نسبت به نظریه و قانون علمی نشان می‌دهد.

جدول شماره ۵: تحلیل کتاب راهنمای معلم فیزیک ۳ و آزمایشگاه نسبت به جنبه قانون و نظریه علمی

مضمون	زیرمقوله		مقوله
	نظریه	قانون	
نظریه قابل تغییر و رد کردن	دویست سال قبل گمان می‌کردند گرما شماره- ای نامرئی به نام کالریک است که مثل آب از اجسام داغ به اجسام سرد جریان پیدا می‌کند. در اواسط قرن نوزدهم معلوم شد جریان گرما چیزی جز جریان انرژی نیست. ص ۱۴/ نظریه کالریک به تدریج کنار گذاشته شد. امروز گرما را نوعی انرژی در نظر می‌گیریم ص ۲۳/	-	عملکرد و تفاوت قانون و نظریه در علم
نظریه و قانون کشف کردنی	پریستلی از نتایج فرانکلین بدست آورده می‌توان به طور ریاضی از قانونی به دست آورد که براساس آن نیروی گرانشی بین هر دو تکه منفرد ماده با مجذور فاصله بین آن‌ها نسبت عکس دارد. ص ۱۰۱/	می‌خوانیم نتیجه قانون‌های کشف شده توسط رابرت بویل و ژاک شارل و ژوزف گی‌لو ساک به شکل معادله حالت گاز کامل ارائه می‌شود. ص ۱۸/	
بیان قانون به صورت معادله ریاضی	-	رابرت بویل و ژاک شارل و ژوزف گی‌لو ساک به شکل معادله حالت گاز کامل ارائه می‌شود. ص ۱۸/ پریستلی از نتایج فرانکلین بدست آورده می‌توان به طور ریاضی از قانونی به دست آورد که براساس آن نیروی گرانشی بین هر دو تکه منفرد ماده با مجذور فاصله بین آن‌ها نسبت عکس دارد. ص ۱۰۱/	
تجربی بودن قانون	-	معادله حالت گاز کامل در صفحه ۱۵ کمیت‌های فشار، حجم و دما به عنوان متغیرهای ترمودینامیکی هستند که رابطه بین آنها معادله حالت گاز کامل را تشکیل می‌دهد. ص ۱۸/ نتیجه پریستلی هم نشان می‌دهد که قانون روابط ریاضی بین کمیت‌های قابل مشاهده و اندازه‌گیری است. ص ۱۰۱/	

جدول شماره ۶ یافته‌های حاصل از تحلیل کتاب‌های معلم فیزیک ۴ را نسبت به نظریه و قانون علمی نشان می‌دهد. در فصل ۴ صفحه ۱۴۳ این کتاب آمده‌است: *یانگ در یکی از مقاله‌های*

خود در سال ۱۸۰۰، ابتدا به شباهت‌های میان صوت و نور پرداخته بود و استدلال کرده بود که نظریه موجی در مقایسه با نظریه رایج ذره‌ای پذیرفته شدنی‌تر است. طی سه سال بعد، یک مقاله دیگر هم به چاپ رساند و نشان داد که نظریه موجی‌اش در تبیین پدیده‌ها نظریه قدرتمندی است. این پاراگراف به مقایسه نظریه‌های رقیب می‌پردازد. در این مقایسه نظریه دیگر مردود و یا باطل اعلام نشده بلکه، بیان شده که نظریه جدید نسبت به نظریه رایج پذیرفته شدنی‌تر است. به عبارتی ارزیابی به‌طور نسبی انجام گردیده است. همچنین تبیین پدیده‌ها را به عنوان کارکرد نظریه مطرح می‌کند. در فصل ۷ صفحه ۲۷۳ آمده است: قانون‌های ترمودینامیک و نظریه جنبشی در ارائه توصیفی واحد در گستره وسیعی از پدیده‌ها کاملاً موفق بودند. این بدین معناست که نقش قانون علمی و نظریه علمی برای توصیف پدیده‌ها یکسان است. قانون و نظریه می‌توانند به عنوان دو راه برای شناخت به‌شمار روند. هم قانون و هم نظریه محدودیت قلمرو دارند، یعنی در گستره‌هایی می‌توانند به توصیف پدیده‌ها بپردازند. در فصل ۷ صفحه ۳۰۶ نیز آمده است: مطابق این نظریه او (بور)، باید قوانین کلاسیک مکانیک و الکترومغناطیس را در ابعاد بسیار کوچک اتم، با فرض‌های دیگری در نظر بگیریم. پایه‌ای‌ترین فرضیه، این بود که الکترون تنهاری مدارهای معینی حرکت می‌کند که مدارهای مانا نام دارد و در نتیجه الکترون در این وضعیت برخلاف نظریه کلاسیک الکترومغناطیس تابش نمی‌کند. در صفحه ۲۷۴ نظریه نسبیت اینشتین ابداع و نظریه پلانک یک کشف عنوان می‌شود.

جدول شماره ۶: تحلیل کتاب‌های معلم فیزیک ۴ نسبت به نظریه و قانون علمی

مضمون	زیرمقاله		مقاله
	نظریه	قانون	
قابلیت مقایسه نظریه-های رقیب	نظریه موجی در مقایسه با نظریه رایج ذره‌ای پذیرفته شدنی‌تر است. ص ۱۴۳		قانون و نظریه علمی
نظریه ابداع است.	در طول همین دوره (۱۹۱۳-۱۹۱۵) تغییری به همان اندازه مهم در پی ابداع نظریه نسبیت توسط اینشتین در اساس فیزیک حاصل شد. ص ۲۷	-	
نظریه و قانون برای توصیف و تبیین پدیده‌ها بکار می‌رود.	یانسگ با فرض آنکه نور حرکت ارتعاشی عرضی است، نظریه‌اش را برای توضیح پدیده‌ی قطبش نیز به کار برد. ص ۱۴۳	قانون‌های ترمودینامیک و نظریه‌ی جنبشی در ارائه توصیفی واحد در گستره وسیعی از پدیده‌ها کاملاً موفق بودند. ص ۲۷۳//۱۴۳	
نظریه سقوط می‌کند و یا نظریه رد می‌شود.	این کشف انقلابی (کوانتشی انرژی)، سقوط فیزیک کلاسیک نیوتون و ظهور فیزیک کوانتومی را در پی داشت. ص ۲۷۹	-	

نظریه کشف است.	-	فرضیه متهورانه پلانک را هم اضافه کرد که برای توضیح توزیع انرژی در طیف تابش ناشی از جسم سیاه، پیشنهاد شده بود. بکرل پدیده پرتوزایی (رادیاواکتیویته) طبیعی و رونتگن پرتوهای ایکس را کشف کرد. به این کشفیات باید فرضیه متهورانه پلانک را هم اضافه کرد نظریه کشف است. ص ۲۷۴	
نظریه و قانون محدودیت قلمروی کاربردی دارند.	مطابق این نظریه او(بور)، باید قوانین کلاسیک مکانیک و الکترومغناطیس را در ابعاد بسیار کوچک اتم، با فرض‌های دیگری در نظر بگیریم. ص ۳۰۶	قانون‌های ترمودینامیک و نظریه جنبشی در ارائه توصیفی واحد در گستره وسیعی از پدیده‌ها کاملاً موفق بودند. ص ۱۲۷۳/	

### بحث و نتیجه‌گیری

حدود بیش از ۶۰ سال است که پژوهش‌های بسیاری درباره درک ماهیت علم نشان داده است، که معلمان و دانش‌آموزان درک ناکافی از ماهیت علم دارند و این نشان‌دهنده آن است که تلاش‌های آموزشی و تحصیلی سال‌های گذشته در درک ماهیت علم یا آموزش معلمان در این زمینه مفید و مؤثر نبوده است (تائو، ۲۰۰۳ به نقل از مولا و همکاران، ۱۳۹۵). از آنجایی که کتاب راهنمای معلم به عنوان رسانه‌ای از مهم‌ترین اجزاء یک بسته آموزشی به‌شمار می‌رود و هدف عمده آن کمک به معلم در اجرای مطلوب برنامه درسی جهت تحقق اهداف آموزشی است (ملکی، ۱۳۸۵)، بنابراین تهیه کتاب راهنمای معلم راهکاری است که پژوهشگران برای رفع معضله‌های موجود در آموزش علوم پیشنهاد داده‌اند (نک به: بدریان، ۱۳۸۵).

بر همین اساس، چنانچه کتاب‌های راهنمای معلم در دروس علوم بخوبی به جنبه‌های ماهیت علم بپردازد و در دسترس و مورد استفاده معلمان قرار گیرد باعث ارتقاء درک آنان نسبت به ماهیت علم می‌گردد و با توجه به اینکه دیدگاه معلم نسبت به علم در روش تدریس و در نتیجه درک دانش‌آموزان از علم تأثیرگذار است، بنابراین می‌توان شاهد تأثیر مثبت آن بر آموزش بود.

در پژوهش حاضر کتاب‌های راهنمای معلم در درس فیزیک مورد بررسی قرار گرفت و این پرسش مطرح بود که جنبه‌های عام ماهیت علم شامل، موقتی بودن، خلاقانه بودن، عملکرد و تفاوت نظریه و قانون، که مورد اجماع رویکردهای نوین علم است چگونه در کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک باز نمود یافته‌اند. نتایج نشان داد که در کتاب‌های راهنمای معلم ماهیت علم از این لحاظ

موقتی است که علم قابلیت تکامل، رد و تغییر دارد و چون بر تجارب بشری مانند اندازه‌گیری مبتنی است، بنابراین در همه مراحل از خطا و عدم قطعیت همراه است.

همین‌طور چالشی بودن موضوع‌های علمی در هر دوره زمانی، اصلاح‌پذیری علم و تغییر مفاهیم با مرور زمان بر موقتی بودن علم تأکید دارد. این نتیجه با اندیشه‌های جاری مانند اسناد هشت‌گانه استاندارد بین‌المللی علوم<sup>۱</sup> مانند سند انجمن پیشبرد علم آمریکایی‌ها (۱۹۹۰) و دیدگاه مک کوماس (۲۰۰۲) و لدرمن (۲۰۰۷) درباره ماهیت موقتی علم هم‌خوانی دارد. براساس سند انجمن پیشبرد علم آمریکایی‌ها (۱۹۹۰) تغییر در دانش اجتناب‌ناپذیر است، زیرا مشاهده‌های جدید ممکن است نظریه‌های رایج را به چالش بکشد و اسناد هشت‌گانه بر این نکته اجماع دارند که دانش علمی با دوام است و به آسانی تغییر نمی‌کند، اما هرگز مطلق و یا قطعی نیست. به گفته لدرمن (۲۰۰۷) دانش علمی در پرتو پیشرفت تکنولوژی، مشاهدات جدید و تفسیرهای مجدد مشمول تغییر می‌شوند و همچنین به اعتقاد مک کوماس (۲۰۰۲) نظرات علمی مرتباً تغییر می‌کنند.

ذکر نمونه‌هایی از دانش علمی که دست‌خوش تغییر، تحول، تکامل و یا رد می‌شوند در کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک، تداعی‌کننده دیدگاه پوپر (۱۹۹۲) درباره نقش حدس‌ها و ابطال‌ها درباره دانش علمی است، و این نشان می‌دهد که کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک متوسطه از القای نگرش دال بر قطعیت علم یا رویکرد اثبات‌گرایی خودداری کرده‌است.

همچنین کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک، به طور ضمنی به شاخص‌های خلاقیت در علم اشاره دارد که براساس آن دانش علمی از طریق ابداع، طراحی، تشبیه و فرض‌های متأثر از تصورات و تخیلات تولید می‌شود. این یافته با اسناد هشت‌گانه استانداردهای بین‌المللی علوم و دیدگاه لدرمن و همکاران (۲۰۰۲) هم‌خوانی دارد. مطابق اسناد هشت‌گانه دانشمندان افرادی خلاق هستند و به اعتقاد لدرمن و همکاران (۲۰۰۲) علم با خلق و ابداع توصیفات مفاهیم نظری توسط دانشمندان مرتبط می‌شود که این مستلزم بخش عظیمی از خلاقیت در دانشمندان است.

اما نکته قابل تأمل این است که در مقابل شاخص‌های خلاقیت، تأکید کتاب‌های مورد بررسی

<sup>۱</sup> اسناد هشت‌گانه استانداردهای بین‌المللی علوم عبارتند از:

1)USA; National Science Education Standards (NRC, 1996) 2)USA; Science Framework for California Public Schools (California Department of Education, 1990), 3)Australia; A Statement on Science (Curriculum Corporation, 1994), 4)USA; The Liberal Art of Science (AAAS, 1990), 5)England/Wales; Science in the National Curriculum (Department of Education, 1995), 6)New Zealand; Science in the New Zealand Curriculum (Ministry of Education, 1993), 7)Canada; Common Framework (Council of Ministers of Education, 1996), 8)USA; Benchmarks for Science Literacy (AAAS, 1993),

به طور آشکار بر قابل کشف بودن دانش علمی است، که در اینجا اگر کشف را به معنای پیدا کردن یک واقعیت در نظر بگیریم می‌توان گفت که جنبهٔ خلاقانهٔ علم مورد تردید است.

مقایسهٔ قانون و نظریه علمی در کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک نشان می‌دهد که نظریه و قانون هر دو برای توصیف و تبیین پدیده‌ها به کار می‌روند، و در گستره‌های محدودی اعتبار دارند. یک نظریه هم می‌تواند حاصل ابداع دانشمند باشد و هم به صورت کشف اتفاق بیفتد. نظریهٔ رقیب در مقایسه با نظریهٔ جدید رایج گاهی باطل یا رد نمی‌شود بلکه در گستره و محدوده‌هایی پاسخ‌گویی تبیین پدیده‌ها است و گاهی نیز ساقط و رد می‌شود. به اعتقاد مک کوماس و همکاران (۲۰۱۵) قوانین علمی با نظریه‌های علمی مرتبط هستند، اما آن‌ها انواع متفاوت و متمایزی از دانش علمی بشمار می‌روند. قوانین الگوهایی کلی دربارهٔ پدیده‌های طبیعی هستند در حالی که نظریه‌ها توضیحاتی دربارهٔ چرایی پدیده‌ها ارائه می‌دهند. در نتیجه ویژگی‌های قانون علمی در این کتاب‌ها بخوبی مورد توجه قرار نگرفته‌است و در پاراگراف‌ها به نقش قوانین علمی و همچنین تفاوت قانون با نظریه اشاره نشده‌است. بنابراین آنچه که کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک دربارهٔ تفاوت و عملکرد قانون و نظریه علمی به تصویر کشیده‌اند به خوبی با اندیشه‌های جاری در این باره همسویی ندارد و نمی‌تواند در مخاطبان جایگاه نظریه و قانون علمی را به روشنی نشان دهد. به طور کلی می‌توان گفت که گرچه دربارهٔ جنبه‌های موقتی و خلاقانه بودن ماهیت علم نمونه‌های بسیاری در کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک وجود دارد، اما با توجه به اینکه موارد و مضامین عمدتاً به صورت ضمنی مطرح شده‌اند و با توجه به کاستی‌هایی که در مقایسه و معرفی قانون و نظریه علمی وجود دارد این کتاب‌ها نمی‌توانند درک کامل و درستی از ماهیت علم را در معلمان فیزیک ایجاد کنند. مقایسهٔ مضامین مستخرج از کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک همچنین نشان داد کتاب راهنمای فیزیک ۲ بیشتر از کتاب‌های راهنمای فیزیک ۳ و ۴ به جنبه‌های ماهیت علم پرداخته‌است.

اگر چه نحوهٔ اجرای توصیه‌های کتاب‌های راهنمای معلم، از معلمی به معلم دیگر فرق می‌کند و میزان زیادی بر رفتار معلمان در کلاس درس تأثیر می‌گذارد، معلمان به میزان زیادی به راهبردهای تدریس که به طور خاص در راهنما آمده‌اند، و نظم در ارائهٔ محتوای هر درس متکی هستند (معافی، ۱۳۸۵)، و با توجه به اینکه رویکرد آشکار به ماهیت علم در آموزش در مقابل رویکرد ضمنی توانمندی قابل توجهی برای شکل دادن به مفاهیم مناسب از ماهیت علم دارد (بل و همکاران ۲۰۱۲) بنابراین ضروری است که مؤلفان کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک در نگاشت‌های آتی جنبه‌های ماهیت علم را به طور آشکار لحاظ کنند.



## منابع

### الف. فارسی

- بدریان، عابد. (۱۳۸۵). مطالعه تطبیقی استانداردهای آموزش علوم دوره آموزش عمومی در کشورهای موفق و ایران. تهران: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی درسی و نوآوری‌های آموزشی.
- تقی‌زاده، ابراهیم (۱۳۸۸). تحلیل محتوای کتب علوم تجربی اول تا سوم به روش ویلیام رومی و بیست معیاری، پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد تبریز.
- حسینی‌فر، حسین. (۱۳۹۲). شناسایی و سنجش ادراکات دانش‌آموزان دبیرستانی از ماهیت علم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. وزارت علوم، تحقیقات و فناوری - دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی - دانشکده علوم.
- خلاق، علی اصغر و غلامعلی احمدی. (۱۳۹۳). الگویی برای تدوین کتاب راهنمای معلم در برنامه درسی آموزش فنی و حرفه‌ای. نشریه علمی پژوهشی فناوری آموزش. ۸(۴)، دانشگاه شهید رجایی. صص ۲۸۷-۳۰۰.
- خلیلی بروجنی، روح‌الله. (۱۳۸۹). نکاتی پیرامون کتاب‌های راهنمای معلم. مجله رشد آموزش فیزیک. شماره ۱. دوره بیست و ششم. صص ۲-۳.
- سعیدی، مریم. (۱۳۹۰). بررسی دیدگاه‌های دانش‌آموزان و معلمان علوم راهنمایی از علم و ماهیت آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید رجایی تهران.
- شعبانی، مرتضی. (۱۳۹۰). مقایسه روش‌های تدریس معلمان درس دین و زندگی ۱ با روش‌های توصیه شده در کتاب راهنمای معلم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علامه طباطبایی.
- صفوی، امان‌اله و محمود معافی. (۱۳۶۹). ویژگی‌های راهنمای معلم دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی. وزارت آموزش و پرورش ایران.
- ضرغامی، سعید. (۱۳۹۳). تبیین سازه‌گرا/واقع‌گرا درباره چستی علم و عناصر آن؛ پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت، ۴(۱)، ۲۸-۵.
- کریمی. (۱۳۸۶). نقد و بررسی کتاب‌های علوم تجربی دوره راهنمایی تحصیلی از منظر پیش فرض‌های فلسفه علم و ارائه الگویی برای تدوین این کتاب‌ها. رساله دکتری دانشگاه شیراز.

کریمی، محمدحسین؛ مزیدی، محمد و مهرمحمدی، محمود. (۱۳۸۶). نقد و بررسی کتاب علوم پایه اول راهنمایی تحصیلی از منظر فلسفه علم. مجله علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز. ۲۶(۳)، صص ۱۱۱-۱۳۶.

لیاقت، سمیه، نیک‌نام، زهرا و سعیده باقری. (۱۳۹۲). ماهیت علم و آموزش علوم تجربی: تحلیل محتوای کتاب درسی علوم تجربی پایه سوم راهنمایی. فصلنامه برنامه‌درسی ایران. سال هشتم. شماره ۲۹. صص ۸۹-۱۱۶.

معافی، محمود. (۱۳۸۵). کتاب راهنمای معلم در چشم‌انداز جهانی. مجله رشد جوانه. وزارت آموزش و پرورش. شماره ۱۵. صص ۳۴-۴۱.

ملک حسینی، صباح. (۱۳۹۱). نقد و بررسی کتاب معلم (راهنمای تدریس) جغرافیای دوره پیش‌دانشگاهی رشته علوم انسانی. مجله رشد آموزش جغرافیا. دوره بیست و ششم. شماره ۴.

ملکی، حسن. (۱۳۸۵). برنامه‌ریزی درسی (راهنمای عمل). مشهد: نشیمن اندیشه.

مولا، سمیه. (۱۳۹۱). بررسی تجربه دبیران علوم دبیرستان از ماهیت علم و چگونگی انعکاس آن در کتاب‌های درسی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. وزارت علوم، تحقیقات و فناوری. دانشگاه تبریز - دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی.

مولا، سمیه؛ فتحی اذر اسکندر و یوسف ادیب. (۱۳۹۵). تجارب دبیران علوم دوره دبیرستان از ماهیت علم؛ یک مطالعه پدیدارشناسی. فصلنامه پژوهش در برنامه‌ریزی درسی. سال سیزدهم، شماره ۲۴. صص ۳۸-۵۳.

#### ب. انگلیسی

Aktamis, H. (2012). How prospective mathematics teachers view the nature of science. *Social and Behavioral Sciences* (31) 690 – 694.

American Association for Advancement of Science. (1993). Benchmarks for science literacy. New York: Oxford University Press.

American Association for the Advancement of science . 1990 . *Science for all Americans*. New York: oxford university. <http://www.project2061.org> (accessed 19 September 2013).

Bell R. L., Bridget K. Mulvey, and Jennifer L. Maeng (2012). *Beyond Understanding: Process Skills as a Context for Nature of Science Instruction. Advances in Nature of Science Research*. ISBN 978-94-007-2456-3. Editor: Khine M. S. 225-245.

Lederman, J. S., McComas, W. F., Ogunniyi, M., Saunders, K., Cofre', H., Neumann, I., et al. (2015). International perspectives about the nature of science. Strand Sponsored Symposium presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Chicago, USA, April 11–14, 2015.

- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. K Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831–880), Mahway, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Majidi, S. (2012). Structural patterns and representation forms of university physics teachers: Biot-Savart Law and Ampère's law. *Journal of Baltic Science Education*, 11 (4), 318-332.
- Matthews M.R.(2012). *Changing the Focus: From Nature of Science (NOS) to Features of Science (FOS)*. Advances in Nature of Science Research. ISBN 978-94-007-2456-3. Editor: Khine M. S.3-26.
- Maykut , p and Morehouse , R. (1995). *Beginning Qualitative Research* , London:Rainer, Julie. R. (1999). Democratic practices in Teacher Education and the elementary classroom, *Teaching and Teacher Education* 15.
- Mc Commas,W.F. (2002). *The Nature of Science in Science Education Rationales and Strategies* .Kluwer Academic Publisher National Education Goals Panel. (1998) Recommendations regarding the implementation of standards. Retrieved on October 17, 2006, from <http://govinfo.library.unt.edu/negp/page1-13-9.htm>.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College.
- Pavez, J.M., Vergara, C.A., Santibanez, D. & Cofre, H.(2016). *Using a Professional Development Program for Enhancing Chilean Biology Teachers' Understanding Of Nature of Science (NOS) and Their Perceptions About Using*.
- Popper, K.R. (1992). *The logic of scientific discovery*. London: Routledge. (Original work published 1934).
- Sarkar, Md. M. A; J. J Gomes.(2013). *Science Teachers' Conceptions of Nature of Science: The Case of Bangladesh*. <http://eric.ed.gov>.
- Travis, M. (1994). *The impact of teachers' conceptions of the nature of science on the planned implimentation of curriculum*. Paper present at the annual meeting of the National Association for Research in science Teaching, Anaheim,CA.
- Wahbeh, N., & Abd-El-Khalick, F. (2014). *Revisiting the translation of nature of science understandings into instructional practice: Teachers' nature of science pedagogical content knowledge*. *International Journal of Science Education*, 36(3), 425–466.

# **Content Analysis of Middle School Physics Teacher's Guide Based on the Approach to the Nature of Science - Qualitative Research**

**Mohammad Hassan Karimi<sup>1</sup>**  
**Farahnaz Kiani<sup>2</sup>**  
**Babak Shamshiri<sup>3</sup>**

## **Abstract**

The purpose of this paper is to analyze the content of the manuals of the Middle School Physics Teacher Guide in Iran toward the dimensions of the nature of science. The data collection method was the latest mapping of the physics teacher's guide books, so the Physics Manual 2 (in 89) and physics 3 (in 89) and physics 4 (in year 94), which the Ministry of Education Based on the approved goals, it was selected. The research was qualitative and its method was content analysis was conducted using content oriented analysis. The paragraph was considered as analysis unit and analyzed in terms of categorization method in relation to the three general aspects of the nature of science including tentative, creative, and theory and law. The data was validated by the matching method. The results showed that in the textbooks of the teacher of high school physics, the aspects of the nature of science have been discussed, which is mainly the process of the implication, and the most emphasis on the tentative aspects of science, but the aspect of law and theory is not well introduced and explained.

**Key word:** nature of science, teacher's guidebook, physics teacher. physics education.

---

<sup>1</sup> Assistant Prof. of the Dept. of Foundations of Education, Shiraz University, Iran. Karimivoice@gmail.com

<sup>2</sup> PhD. Student, Shiraz University, Iran.(Correponding author). fz\_kiani@yahoo.com

<sup>3</sup>Associate Prof. of the Dept. of Foundations of Education, Shiraz University, Iran. bshamshiri@rose.shiraz.ac.ir