

تحلیل محتوای کتاب فیزیک ۲ دوره متوسطه با رویکرد ماهیت علم

ناصر محمدی پور^(۱) سعید زرغامی^(۲) محمد داودپناه^(۳)

چکیده پژوهش حاضر براساس ضرورت پرداختن به ماهیت علم در محتوای کتاب‌های درسی علوم، امری ضروری است. هدف از انجام پژوهش، مطالعه و بررسی محتوای کتاب فیزیک ۲ دوره متوسطه با رویکرد ماهیت علم می‌باشد. این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر نحوه گردآوری اطلاعات از نوع مطالعات توصیفی است. جامعه آماری در این پژوهش، کتاب فیزیک ۲ مربوط به دانش‌آموزان پایه یازدهم دوره دوم متوسطه رشته علوم تجربی در نظام آموزشی (۳-۳-۶) می‌باشد، روش پژوهش تحلیل محتوای کیفی می‌باشد. واحد تحلیل پاراگراف در نظر گرفته شده و متن پاراگراف‌ها براساس سه جنبه از جنبه‌های عام ماهیت علم شامل موقتی بودن، خلاقانه بودن و عملکرد و مقایسه نظریه و قانون علم، به روش مقوله سازی تجزیه و تحلیل شد. یافته‌های پژوهش نشان دهنده این است که با توجه به مضامین استخراج شده برای زیرمقوله‌ها در متن کتاب، بیشتر به جنبه خلاقانه بودن علم نسبت به دو جنبه دیگر پرداخته شده است.

واژه‌های کلیدی کتاب فیزیک، ماهیت علم، تحلیل محتوا.

Content Analysis of the physics 2 textbook of the high school based on the approach to the Nature of Science

Naser Mohammadipour Saeid Zarghami Mohammad Davoodpanah

Received: 26 April 2022, Accepted: 13 July 2022

It is necessary the present research based on the necessity of addressing the nature of science in the content of science textbooks. The purpose of the research is to study the content of high school physics textbooks on the subject of electricity and magnetism with an approach the nature of science. This research is applied in terms of purpose and descriptive studies in terms of how to collect information. The statistical population in this study is physics2 for 11th grade students of the second year of experimental sciences in the educational system (6-3-3). The research method in this paper is qualitative content analysis method. The statistical population of the sample is paragraphs, which is considered as a unit of analysis. The text analysis of the paragraphs is based on three general aspects of the nature of science, including 1) the temporality of science, 2) the creativity of science, 3) the performance and comparison of theory and law in science by categorization. Also, data validation has been done by synchronization method. The results of the qualitative analysis section indicate that according to the extracted themes for the subcategories in the text of the books, more attention has been paid to the creative aspect of science than the other two aspects.

Keywords: Physics textbook, Nature of Science, Content Analysis

* تاریخ دریافت مقاله ۱۴۰۱/۰۲/۰۶ و تاریخ پذیرش آن ۱۴۰۱/۰۴/۲۲ می‌باشد.

(۱) استادیار گروه فیزیک، دانشگاه فرهنگیان، ایران، تهران Email: naser.m.kord@gmail.com

(۲) دانشیار گروه فلسفه تعلیم و تربیت، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

(۳) دانشجوی کارشناسی ارشد، آموزش فیزیک، مرکز شهید بهشتی، پردیس شهید چمران، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران.

تصمیم‌های مناسب‌تر در تهیه، تدوین و انتخاب کتاب درسی برای دوره‌های تحصیلی باشد. تحلیل محتوا از جمله روش‌های پژوهشی برای تحلیل کتاب‌های درسی می‌باشد که می‌تواند نقاط قوت و ضعف احتمالی کتاب‌های درسی را نشان دهد تا در صورت نیاز برای اصلاح و تغییر محتوا متناسب با اهداف تعیین شده و اصول علمی اقدام شود. همچنین با در اختیار قرار دادن شیوه‌درست طراحی به مدیران و برنامه‌ریزان و مولفان کتاب‌های درسی می‌تواند باعث تبدیل کتاب‌های درسی به منبعی جذاب‌تر و کارآمدتر از نظر معلمان و دانش‌آموزان شود [۷].

در ایران سعیدی [۸] پژوهش کیفی تحت عنوان «بررسی دیدگاه‌های دانش‌آموزان و معلمان علوم راهنمایی از علم و ماهیت علم آن» انجام داد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که دانش‌آموزان و معلمان درک درستی از علم و بعضی از مؤلفه‌های ماهیت علم نداشتند و همچنین درک درستی از مطالب و محتوای کتاب را را هم نداشتند. لیاقت و همکاران [۹]، در پژوهشی ضمن تاکید بر توجه به ماهیت علم در کتاب‌های درسی به عنوان هدف مهم آموزش علوم و از ضروریات لازم برای کسب سواد علمی فناورانه، تحلیل محتوای کتاب درسی علوم تجربی سوم راهنمایی را به‌عنوان نمونه موردی برای توصیف و ارائه وضعیت موجود از نظر میزان توجه به ماهیت علم انجام داده‌اند. نتایج نشان داده است پرداختن به مؤلفه‌های مختلف ماهیت علم در بخش‌های این کتاب نامتوازن بوده که بیشترین و کمترین میزان توجه به ترتیب مربوط به مقوله‌های علم به منزله مجموعه دانش و علم به عنوان روش تفکر بوده است.

نرگس عسگری‌خواه [۱۰] در پژوهشی کتاب علوم ششم ابتدایی را از منظر ماهیت علمی با دو چارچوب مفهومی و به دو روش تحلیل کمی و کیفی محتوا مورد ارزیابی قرار داد. که در بخش تحلیل کیفی از مؤلفه‌های

مقدمه

درک ماهیت علم یکی از مهمترین موضوعاتی که رکن اصلی و اساسی آموزش علوم را تشکیل می‌دهد و به نحوی قلب آموزش علوم و به‌ویژه آموزش فیزیک می‌باشد. بدون درک و آگاهی کافی از ماهیت علم امکان داشتن بینش عمیق نسبت به علم وجود ندارد؛ به همین دلیل در برنامه‌های آموزشی رسمی کشورهای زیادی از جمله انجمن پیشرفت علم آمریکا [۱]، اسناد و مدارک روشنی از ماهیت علم و مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده آن ارائه شده است. اهمیت قرارگیری ماهیت علم در برنامه درسی مدارس در بررسی‌ها و مطالعات چندین دهه متخصصان حوزه آموزش علوم از جمله لدرمن [۲-۴] (Lederman)، مک کوماس [۵،۶] (McComas) و متیوز (Mattheus) قابل درک است. پس با توجه به اهمیت ماهیت علم در آموزش علوم انتظار می‌رود که مولفان کتاب‌های درسی و به‌ویژه فیزیک در تهیه و تدوین مواد آموزشی و محتوای کتاب‌ها موضوع ماهیت علم را بیش از پیش مورد توجه قرار دهند.

در هر نظام آموزشی و همچنین در ایران، کتاب درسی به عنوان مهم‌ترین منبع یادگیری دانش‌آموزان کاربرد دارد که ایفاکننده مهم‌ترین نقش در برنامه درسی می‌باشد. به عبارت دیگر در ایران، بیشتر فعالیت‌های آموزشی در چارچوب کتاب درسی صورت گرفته و سازمندی اغلب فعالیت‌ها و تجربه‌های آموزشی دانش‌آموز و معلم با تکیه بر آن انجام می‌شود. بنیان توجه و پرداختن صاحب‌نظران و پژوهشگران به بررسی و تحلیل محتوای آموزشی دوره‌های مختلف تحصیلی از کتاب‌محور بودن نظام آموزشی ناشی می‌شود؛ از طرفی نتایج این تحلیل‌ها می‌تواند یاری‌دهنده برنامه‌ریزان و مولفان کتاب‌های درسی جهت اتخاذ

همچنین منطبق براسناد هشت‌گانه استانداردهای بین المللی علوم نیز می‌باشند.

در این پژوهش، این پرسش مطرح است که چگونه در کتاب تحت بررسی پژوهش حاضر به جنبه‌های عام ماهیت علم اشاره شده است؟

یافته‌های پژوهش

در این بخش تحلیل‌های از انجام پژوهش ارائه می‌شود. با توجه به پرسش پژوهش مبنی بر اینکه رویکرد کتاب درسی فیزیک ۲ مربوط به دانش‌آموزان پایه یازدهم دوره دوم متوسطه رشته علوم تجربی، نظام آموزشی (۳-۳-۶). نسبت به جنبه‌های عام ماهیت علم شامل موقتی بودن، خلاقانه بودن و عملکرد و تفاوت نظریه و قانون در علم چگونه است؟ نتایج تحلیل محتوا، رویکرد کتاب درسی فیزیک ۲ مربوط به دانش‌آموزان پایه یازدهم دوره دوم متوسطه رشته علوم تجربی، نظام آموزشی (۳-۳-۶) به سه جنبه به تفکیک به این صورت نشان داد:

۱- جنبه موقتی بودن علم. در بررسی پاراگراف‌های این کتاب به برخی از مضامین مربوط به جنبه موقتی بودن علم از جمله رشد، پیشرفت، تحول، خطا، دیرپایی و بادوام و ... اشاره شده است. در ادامه به نمونه‌هایی از آن‌ها پرداخته می‌شود.

(فصل اول: الکتریسته ساکن)، در تاریخ علم و زندگینامه دانشمندان شماره ۱ در صفحه ۳ کتاب آمده است: در واقع تجربیات متعدد و مهم فرانکلین آغازگر دوره‌ای جدید در مبحث الکتریسته بوده است و بسیاری از واژگانی که ما امروزه در در الکتریسته به کار می‌گیریم نخستین بار توسط فرانکلین به کار برده شده است. این دوره، نشان از تحولی بوده که فرانکلین در موضوع الکتریسته ایجاد کرده است.

ماهیت علم شامل: دانش علمی تجربی است و پدیده‌ها را همان‌گونه که هستند بررسی می‌کند؛ دانش علمی عینی نیست، مشاهدات نظریه‌محور هستند، یک روش گام‌به‌گام علمی وجود ندارد؛ به عنوان چارچوب مفهومی استفاده شده است. که جملاتی در کتاب درسی و کتاب راهنمای معلم وجود دارد که مغایر با این مؤلفه‌ها می‌باشد.

محمد حسن کریمی و همکاران [۱۱] پژوهش کیفی تحت عنوان «تحلیل محتوای کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک دوره متوسطه براساس رویکرد به ماهیت علم» را براساس سه جنبه عام ماهیت علم شامل موقتی بودن، خلاقانه بودن و عملکرد و تفاوت نظریه و قانون در علم را انجام دادند. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد که از میان این سه جنبه از جنبه‌های ماهیت علم بیشترین تأکید کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک متوسطه بر جنبه موقتی بودن علم است که به‌طور آشکار ملاحظه شده است و جنبه خلاقانه بودن علم به‌طور ضمنی از مضامین مرتبط با ویژگی خلاقیت استنباط شده است و نتایج این پژوهش همچنین نشان داد ویژگی‌های مربوط به قانون و نظریه علمی در کتاب‌های راهنمای معلم به‌خوبی معرفی و تبیین نشده است و از میان کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک دوره متوسطه جنبه‌های ماهیت علم در پایه‌های سوم و چهارم کمتر از پایه دوم است.

در پژوهش حاضر که مربوط به تحلیل محتوای کیفی کتاب فیزیک ۲ مربوط به دانش‌آموزان پایه یازدهم دوره دوم متوسطه رشته علوم تجربی در نظام آموزشی (۳-۳-۶) می‌باشد به هر یک از جنبه‌های عام ماهیت علم که شامل: موقتی بودن علم، خلاقانه بودن علم، عملکرد و تفاوت قانون و نظریه علمی پرداخته شده است. این جنبه‌ها مورد اجماع و اتفاق نظر تمامی صاحب‌نظران و پژوهشگران این حوزه می‌باشد و

مضمون. تحول در علم از مضامین مقوله موقتی بودن علم به‌شمار می‌رود.

(فصل اول)، در پاراگراف نخست صفحه ۲ کتاب می‌خوانیم: مبانی فیزیکی مرتبط با این پدیده‌ها نخستین بار مورد توجه فیلسوفان یونان قدیم قرار گرفت که دریافتند اگر قطعه‌ای از کهربا با پارچه پشمی مالش داده شود و سپس به خرده‌های کاه نزدیک گردد، آن خرده‌ها به سوی کهربا کشیده می‌شوند. امروز می‌دانیم این کشش ناشی از یک نیروی الکتریکی است. در واقع واژه الکتریسیته از واژه یونانی الکترون گرفته شده است که به معنای کهرباست.

(فصل سوم)، در پاراگراف ۲ صفحه ۶۶ کتاب بیان شده است: آثار مغناطیسی دست‌کم ۲۵۰۰ سال پیش در تکه‌هایی از سنگ آهن مغناطیسی شده در نزدیکی شهر باستانی مگنسیا (که نام امروزی آن مانیسا و در غرب ترکیه واقع است) مشاهده شد. این تکه‌ها نمونه‌هایی هستند از چیزی که امروزه آهنربای دائمی خوانده می‌شود. چینی‌های باستان نیز با ویژگی‌های مغناطیسی برخی از سنگ‌های آهنربایی آشنایی داشتند و از آنها در ساخت قطب‌نما برای جهت‌یابی استفاده می‌کردند.

مضمون. در این دو پاراگراف رشد تاریخی یک موضوع به طور مختصر توضیح داده شده است.

(فصل سوم: مغناطیس و القای الکترومغناطیس)، در پاراگراف نخست صفحه ۶۶ کتاب ذکر شده است: کاربرد مغناطیس و آهنربا در جنبه‌های مختلف زندگی بشر، رشدی روزافزون دارد. فراتر از یک قرن، ضبط

صدا و تصویر روی محیط‌هایی انجام می‌گرفت که مغناطیس در آنها نقش اصلی داشت. گرچه فناوری دیجیتال به میزان زیادی جایگزین ضبط مغناطیسی به شیوه‌های سنتی شده است، با وجود این، ذخیره اطلاعات به صورت صفر و یک، هنوز هم در بیشتر روش‌ها به محیط‌های مغناطیسی وابسته است. مغناطیس و آهنرباها همچنین در بلندگوها، گوشی‌های تلفن همراه، ریلنه‌ها، کارت‌های بانکی، موتورهای الکتریکی، یخچال‌ها و اغلب سامانه‌های هشدار و ایمنی کاربرد دارد. پزشکی امروز نیز در تشخیص بیماری‌ها به کمک دستگاه‌هایی از قبیل ام‌آر‌آی (MRI)، بهره فراوانی از مغناطیس و آثار آن می‌برد.

مضمون. این پاراگراف نشان می‌دهد که بشر همواره در حال رشد و پیشرفت علمی بوده است. (فصل دوم: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم)، در متن خوب است بدانید ۲ صفحه ۴۸ کتاب می‌خوانیم: تُلرانس، مقدار مجاز انحراف از مقدار دقیق مقاومت را برحسب درصد مشخص می‌کند.

مضمون. با توجه به اینکه منبع آرمانی در واقعیت وجود ندارد، نشان می‌دهد که اندازه‌گیری هر کمیتی با خطا همراه است. به طوری که می‌توان گفت هیچگاه خطای اندازه‌گیری یک کمیت صفر نمی‌شود.

جدول (۱) یافته‌های حاصل از تحلیل کتاب فیزیک ۲ پایه یازدهم دوره دوم آموزش متوسطه در نظام (۳-۳-۶) را نسبت به جنبه موقتی بودن علم نشان می‌دهد.

جدول ۱ تحلیل محتوای کیفی کتاب فیزیک ۲ پایه یازدهم نسبت به جنبه موقتی بودن علم

مضمون	زیرمقوله	مقوله
تحول در علم	در واقع تجربیات متعدد و مهم فرانکلین آغازگر دوره‌ای جدید در مبحث الکتریسته بوده است. (صفحه ۳)	موقتی بودن علم
رشد تاریخی علم	مبانی فیزیکی مرتبط با این پدیده‌ها نخستین بار مورد توجه فیلسوفان یونان قدیم قرار گرفت. / امروز می‌دانیم این کشف ناشی از یک نیروی الکتریکی است. (صفحه ۶۶) / آثار مغناطیسی دست کم ۲۵۰۰ سال پیش در تکه‌هایی از سنگ آهن مغناطیسی شده در نزدیکی شهر باستانی مگنسیا مشاهده شد. / این تکه‌ها نمونه‌هایی هستند از چیزی که امروزه آهنربای دایمی خوانده می‌شود. / چینی‌های باستان نیز با ویژگی‌های مغناطیسی برخی از سنگ‌های آهنربایی آشنایی داشتند. / آنها در ساخت قطب‌نما برای جهت‌یابی استفاده می‌کردند. (صفحه ۶۶)	
پیشرفت در علم	کاربرد مغناطیس و آهنربا در جنبه‌های مختلف زندگی بشر، رشدی روزافزون دارد. / اگرچه فناوری دیجیتال به میزان زیادی جایگزین ضبط مغناطیسی به شیوه‌های سنتی شده است. / همچنین در بلندگوها، گوشی‌های تلفن همراه، رایانه‌ها، کارت‌های بانکی، موتورهای الکتریکی، یخچال‌ها و اغلب سامانه‌های هشدار و ایمنی کاربرد دارد. / پزشکی امروز نیز در تشخیص بیماری‌ها به کمک دستگاه‌هایی از قبیل ام‌آر‌آی (MRI)، بهره‌ فراوانی از مغناطیس و آثار آن می‌برد. که نشان می‌دهد بشر همواره در حال رشد و پیشرفت علمی بوده است. (صفحه ۶۶)	
علم مبتنی برخطا	تُرنانس، مقدار مجاز انحراف از مقدار دقیق مقاومت را برحسب درصد مشخص می‌کند. (صفحه ۴۸)	

۲- جنبه خلاقانه بودن علم یافته‌های حاصل از تحلیل

کتاب فیزیک ۲ مربوط به این جنبه از ماهیت علم در برگیرنده مضامینی مانند: ابداع و نوآوری، قابل کشف بودن، ساختن و اختراع، نبوغ و استعداد، حل مسأله، رقابت، تجسم، طراحی آزمایش، مدل‌سازی و ... می‌باشد. در ادامه به نمونه‌های از آنها پرداخته می‌شود. (فصل اول: الکتریسته ساکن)، در پاراگراف ۳ صفحه ۲ کتاب آمده است: این دو نوع بار الکتریکی توسط دانشمند آمریکایی بنیامین فرانکلین، بار مثبت و بار منفی نامگذاری شد. او می‌توانست آنها را هر چیز دیگری نیز بنامد، اما استفاده از علامت‌های جبری به جای نام‌های دیگر این مزیت را دارد که وقتی در یک جسم از این دو نوع بار به مقدار مساوی وجود داشته باشد، جمع جبری بارهای جسم صفر می‌شود که به معنای خنثی بودن آن جسم است.

(فصل اول)، در قسمت تاریخ علم و زندگی‌نامه دانشمندان صفحه ۳ کتاب می‌خوانیم: مهمترین اثر فرانکلین، کتاب، «در باب الکتریسته» است که بسیاری آن را با کتاب «اصول ریاضیات» اسحاق نیوتون مقایسه کرده‌اند. فرانکلین در این کتاب شالوده و بنیاد اصول علم الکتریسته را بر مبنای تجربیات و مشاهدات علمی خود تشریح کرده است. در واقع تجربیات متعدد و مهم فرانکلین آغازگر دوره ای جدید در مبحث الکتریسته بوده است و بسیاری از واژگانی که ما امروزه در الکتریسته به کار می‌گیریم نخستین بار توسط فرانکلین به‌کاربرده شده است.

(فصل اول)، در پاورقی صفحه ۳ کتاب ذکر شده است: اندازه‌گیری بار الکترون نخستین بار توسط رابرت میلیکان در سال ۱۹۱۳ میلادی انجام شد. این نتیجه اندازه‌گیری مربوط به سال ۲۰۰۵ میلادی است.

(فصل اول)، در قسمت تاریخ علم و زندگینامه دانشمندان صفحه ۶ کتاب بیان شده است: نتیجه این آزمایش که به قانون کولن معروف شده است از هر آزمون و تجربه‌ای سربلند بیرون آمده است و تاکنون هیچ استثنایی برای آن یافت نشده است.

(فصل اول)، در قسمت خوب است بدانید صفحه ۱۵ کتاب آمده است: نیروی وان دروالس برای توصیف نیروی جاذبه الکتریکی بین مولکول‌ها استفاده می‌شود. دلیل این نامگذاری این است که وان دروالس در سال ۱۸۷۳ نخستین پیشنهاد را برای نیروهای الکتریکی بین ذره‌های سازنده گاز به منظور توصیف برخی از ویژگی‌های گازهای غیرآرمانی و مایعات ارائه کرد. منشأ نیروی وان دروالس برهم کنش الکتریکی بین دوقطبی‌های الکتریکی است. براساس نیروی وان دروالس می‌توان بسیاری از چسبندگی‌ها از جمله چسبندگی پای مارمولک روی دیوار را توضیح داد.

(فصل اول)، در پاراگراف ۶ صفحه ۵ کتاب اشاره شده است: شارل آگوستین کوئن، دانشمند فرانسوی برای نخستین بار با انجام آزمایش‌های ساده و هوشمندانه‌ای توانست عامل‌های موثر بر نیروی الکتریکی بین دو ذره باردار را که اصطلاحاً بار نقطه‌ای خوانده می‌شود، شناسایی کند.

(فصل سوم)، در قسمت تاریخ علم و زندگینامه دانشمندان صفحه ۷۲ کتاب بیان شده است: گاوس به انجام محاسبه‌های بی‌لندازه بغرنج علاقه‌مند بود. وی همچنین روش‌های تازه‌ای برای محاسبه در مکانیک سماوی به دست آورد.

مضمون: در تمام این جمله‌ها و پاراگراف‌ها، از کلمه‌های برای اولین بار، برای نخستین بار، آغازگر، نخستین پیشنهاد و ... استفاده شده است و این نشان از لبداع و نوآوری علم در هر زمینه از معرفت علمی و در هر زمان می‌باشد.

(فصل اول)، در قسمت تاریخ علم و زندگینامه دانشمندان صفحه ۶ کتاب آمده است: فرانکلین در حدود سال ۱۷۴۴ میلادی با مبحث الکتریسیته آشنا شد و عمده کشفیات مهم و بزرگ خویش را در بین سال‌های ۱۷۳۷ و ۱۷۵۱ به انجام رسانید و به شهرت علمی بی سابقه‌ای رسید.

(فصل اول)، در قسمت تاریخ علم و زندگینامه دانشمندان صفحه ۶ کتاب همچنین اشاره شده است: در همان قسمت، توانایی و مهارت فرانکلین در انجام آزمایش و بیان واضح وی از مفاهیم فیزیکی و بالاخره کشفیات مهم او موجب ارج و قرب علوم تجربی در قرن هجدهم شد.

(فصل سوم)، در قسمت تاریخ علم و زندگینامه دانشمندان صفحه ۷۶ کتاب می‌خوانیم: اورستد با انجام آزمایش‌هایی دقیق‌تر، به ارتباط مستقیم الکتریسیته و مغناطیس پی برد. به دنبال این کشف مهم، دانشمندان دیگری همچون آمپر، فاراده، هانری، ماکسول و هرترز تحقیقات در الکترومغناطیس را ادامه دادند. اورستد درحوزه فلسفه هم مطالعاتی داشت.

(فصل سوم)، در پاراگراف ۱۴ صفحه ۷۶ کتاب بیان شده است: اورستد دانشمند دانمارکی، در سال ۱۸۲۰ میلادی ضمن انجام برخی آزمایش‌های الکتریسیته، مشاهده کرد که عقربه مغناطیسی در کنار سیم حامل جریان الکتریکی منحرف می‌شود (شکل ۳-۱۴). او با انجام دادن آزمایش‌های بیشتر کشف کرد که عبور جریان الکتریکی از یک سیم رسانا، در اطراف آن یک میدان مغناطیسی به وجود می‌آورد. این کشف اورستد گام مهمی در راه درک رابطه بین الکتریسیته و مغناطیس بود که به گسترش مبحث الکترومغناطیس انجامید.

(فصل سوم)، در پاراگراف ۲۵، صفحه ۸۵ کتاب آمده است: تاکید بروی کشف مهم اورستد که چگونه فارادی با عبور آهنربا از درون یک پیچ که سبب

ولتا در ایتالیا به دنیا آمد. نخست به شغل معلمی روی آورد و تا سن سی سالگی به این کار ادامه داد. سپس در دانشگاه پابویا به استادی فیزیک برگزیده شد. در آنجا وظیفه داشت علاوه بر تدریس، آزمایشگاهی نیز دایر کند. وقتی در دانشگاه تدریس می کرد دستگاهی به نام الکتروفور را اختراع کرد.

(فصل اول)، در پاراگراف دیگری از قسمت تاریخ علم و زندگینامه دانشمندان صفحه ۲۲ کتاب بیان شده است: در نامه‌ای به تاریخ ۱۸۰۰ میلادی درباره پیل توضیح داد که امروزه پیل ولتا خوانده می شود. اختراع ولتا راه تازه‌ای را در پیشرفت علم گشود و با استفاده از پیل ولتا، دانشمندان توانستند در مدت زمان کوتاهی آب را به دو عنصر اکسیژن و هیدروژن تجزیه کنند. (فصل سوم)، در قسمت تاریخ علم و زندگینامه دانشمندان صفحه ۹۳ کتاب آمده است: هانری همچین توانست نوعی موتور الکترومغناطیسی و یک تلگراف جدید و کارآمد اختراع کند.

مضمون: اختراع و ساختن در علم از مضامین خلاقانه بودن علم به شمار می رود.

(فصل دوم)، در قسمت تاریخ علم و زندگینامه دانشمندان صفحه ۴۱ کتاب می خوانیم: دو اخترشناس و ریاضی دان فرانسوی تحت تأثیر نبوغ و استعداد آمپر قرار گرفته بودند.

(فصل سوم)، در تاریخ علم و زندگینامه دانشمندان صفحه ۸۶ کتاب بیان شده است: فاراده به زودی نبوغ خود را به عنوان یک آزمایشگر نشان داد.

مضمون: نبوغ و استعداد دانشمندان در علم از مضامین خلاقیت در علم است. که در دو جمله ذکر شده در بالا به آن اشاره شده است.

(فصل دوم)، در قسمت تاریخ علم و زندگینامه دانشمندان صفحه ۴۱ کتاب بیان شده است: آمپر سرانجام به سبب نوشتن مقاله‌ای که در مورد سرگرمی‌های ریاضی که در آن مساله‌ای را حل کرده

برقراری جریان الکتریکی در پیچه می شود، قانون القای الکترومغناطیس را بیان و فرمول بندی می کند. آثار مغناطیسی جریان الکتریکی در سال ۱۸۲۰ میلادی توسط اورستد کشف شد. در سال ۱۸۳۱ فاراده پس از آزمایش‌های فراوان، مشاهده کرد که عبور آهنربا از یک پیچه، سبب برقراری جریان الکتریکی در پیچه می شود. این اثر که امروزه به قانون القای الکترومغناطیسی فاراده شناخته می شود، اساس کار مولدها برای تولید جریان الکتریکی است.

(فصل دوم)، در در قسمت تاریخ علم و زندگینامه دانشمندان صفحه ۴۱ کتاب، به کشف مهم اورستد اشاره شده است: در سال ۱۸۱۹ دانشمند دانمارکی، یوهان اُرسُتد کشف کرد که عقربه مغناطیسی در اثر عبور جریان از یک سیم رسانا منحرف می شود. ضمن انجام برخی آزمایش‌های الکتریسیته، مشاهده کرد که عقربه مغناطیسی در کنار سیم حامل جریان الکتریکی منحرف می شود.

در صفحه ۸۶ فصل سوم، فاراده رابه سبب کشف‌های بسیارش یکی از بزرگ‌ترین دانشمندان تجربی عصر خود می داند و

(فصل سوم)، در صفحه ۹۳ می خوانیم: هانری در سال ۱۸۳۱، هم‌زمان و مستقل از فاراده، موفق به کشف پدیده القای الکترومغناطیسی شد.

مضمون: کشف کردن علم نیز از مضامین مهم خلاقیت می باشد و می دانیم که علم قابل کشف است. در ۸ پاراگراف ذکر شده در بالا از کتاب فیزیک ۲ از کلمه کشف توسط دانشمندان استفاده شده است.

(فصل اول)، در خوب است بدانید صفحه ۳۰ کتاب آمده است: باطری لیدن، قدیمی ترین نوع خازن است که در میانه سده هجدهم در شهر لیدن که امروزه در هلند واقع شده است، ساخته شد.

(فصل اول)، در قسمت تاریخ علم و زندگینامه دانشمندان صفحه ۲۲ کتاب ذکر شده است: الساندر

بود و ذهن دانشمندان را مدت‌ها مشغول کرده بود مورد توجه ریاضی‌دان‌ها و دانشمندان قرار گرفت.

(فصل اول)، در قسمت تاریخ علم و زندگینامه دانشمندان، صفحه ۲۵ کتاب آمده است: مایکل فاراده در سال ۱۸۳۶ میلادی با انجام آزمایشی به این سوال پاسخ داد.

مضمون: حل مساله می‌تواند از مضامین مهم خلاقیت باشد. به بیان لایودن (Laudan, 1996) [۱۲] هدف علم، حفظ نظریه‌های علمی با درجه بالایی از اثر بخشی حل مساله است.

(فصل سوم)، در پاراگراف صفحه ۷۱ کتاب اشاره شده است: در اواخر قرن نوزدهم، بحث‌های داغی بین توماس ادیسون و جورج وستینگهاوس درباره بهترین روش انتقال انرژی الکتریکی از محل تولید تا محل مصرف صورت گرفت. ادیسون موافق جریان مستقیم (dc) بود، در حالی که وستینگهاوس از جریان متناوب (ac) حمایت می‌کرد. سرانجام، وستینگهاوس پیروز شد و پس از آن سامانه‌های انتقال و توزیع برق و بیشتر وسایل خانگی با جریان متناوب به کار افتادند. ادیسون همواره با جریان مستقیم (dc) کار می‌کرد، با این وجود، وی کار کردن با جریان متناوب (ac) با ولتاژهای بسیار بالا را عملی ساخت. تسلا از اینکه جریان متناوب برای اولین بار در صندلی الکتریکی به منظور اعدام مورد استفاده قرار گرفت شدیداً ناراحت بود. وی همچنین طراح تولید برق در آبشار نیاگارا بود. به پاس خدمات وی، یکای SI میدان مغناطیسی را با تسلا نشان می‌دهند.

مضمون: رقابت در علم از مضامین خلاقانه بودن علم بشمار می‌رود.

(فصل اول)، در پاراگراف صفحه ۱۶ کتاب می‌خوانیم: مایکل فاراده نخستین بار در میانه قرن نوزدهم میلادی روشی را برای تجسم این بردارها ارائه کرد. برای مجسم کردن میدان الکتریکی در فضای

اطراف اجسام باردار از خط‌های جهت‌داری موسوم به خطوط میدان الکتریکی استفاده می‌کنیم.

مضمون: تجسم و تخیل از مشخصه‌های خلاقیت به‌شمار می‌آید.

(فصل اول)، در پاراگراف ۶ صفحه ۵ کتاب اشاره شده است: شارل آگوستین کوئن، دانشمند فرانسوی برای نخستین بار با انجام آزمایش‌های ساده و هوشمندانه‌ای توانست عامل‌های موثر بر نیروی الکتریکی بین دو ذره باردار را که اصطلاحاً بار نقطه‌ای خوانده می‌شود، شناسایی کند. نتیجه آزمایش‌های او امروزه به نام قانون کولن خوانده می‌شود. شکل ۱-۷ طرحی از آزمایش کولن را نشان می‌دهد.

(فصل اول)، در قسمت تاریخ علم و زندگینامه دانشمندان صفحه ۶ کتاب بیان شده است: کولن پس از بازگشت به پاریس در سال ۱۷۸۵ میلادی تقریباً هم‌زمان با بنیامین فرانکلین آزمایش معروف خود را در مورد اینکه نیروی بین دو بار ذره‌ای با مربع فاصله بین آنها نسبت وارون دارد، به چاپ رساند. نتیجه این آزمایش که به قانون کولن معروف شده است از هر آزمون و تجربه‌ای سربلند بیرون آمده است و تاکنون هیچ استثنایی برای آن یافت نشده است. کولن معتقد بود چنین قانونی برای قطب‌های مغناطیسی نیز برقرار است. کولن هیچ وقت نتوانست به چنین رابطه‌ای برسد.

(فصل اول)، در صفحه ۲۵ کتاب می‌خوانیم: مایکل فاراده در سال ۱۸۳۶ میلادی با انجام آزمایشی به این سوال پاسخ داد.

(فصل سوم)، در صفحه ۷۴ کتاب آمده است: اورستد (فیزیکدان دانمارکی) با انجام آزمایش، اندازه‌گیری نیرویی که بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی وارد می‌شود، نشان داد.

(فصل دوم)، در پاراگراف ۹ صفحه ۵۱ کتاب ذکر شده است: معمولاً اختلاف پتانسیل پایانه‌های منبع نیروی محرکه (آرمانی یا واقعی) را به منظور ساده سازی به جای ΔV با V نشان می‌دهند.

فصل سوم، در پاراگراف ۱۱ صفحه ۷۳ کتاب می‌خوانیم: طرحی ساده از اجزای اصلی یک موتور الکتریکی.

(فصل سوم)، در قسمت خوب است بدانید صفحه ۹۵ کتاب بیان شده است: شکل زیر اسباب آزمایش ساده‌ای را برای بررسی اثر القای متقابل نشان می‌دهد.

مضمون: همان‌طور که در تحلیل کیفی کتاب فیزیک ۳ و آزمایشگاه بیان شد، ساده‌سازی و کاربرد سادگی در علم هم می‌تواند یکی از مشخصه‌های خلاقانه بودن علم باشد.

(فصل اول)، در پاراگراف ۱۴ صفحه ۲۰ کتاب آمده است: اگر بار الکتریکی $q+$ را از مجاورت صفحه مثبت رها کنیم، تحت تاثیر میدان الکتریکی (با چشم‌پوشی از گرانش)، به طرف صفحه منفی شروع به حرکت می‌کند و به تدریج تندی و انرژی جنبشی آن افزایش می‌یابد. این وضعیت، شبیه چیزی است که در کتاب فیزیک سال دهم دیدیم. در آنجا نیز مشاهده کردیم که وقتی جسمی به جرم m از ارتفاع h رها می‌شود، جسم رو به پایین حرکت کرده و انرژی جنبشی آن بر اثر کاهش انرژی پتانسیل گرانشی به تدریج افزایش می‌یابد.

(فصل اول)، در پاراگراف ۱۵ صفحه ۲۲ می‌خوانیم: در تشابه با انرژی پتانسیل گرانشی، در اینجا نیز می‌توانیم برای انرژی پتانسیل الکتریکی، مرجعی اختیار کنیم که در آن انرژی پتانسیل الکتریکی ذره و پتانسیل الکتریکی صفر باشد.

(فصل اول)، در پاراگراف ۲۱ صفحه ۲۹ کتاب ذکر شده است: عبارت ظرفیت الکتریکی را نخستین بار ولتا در تشابه با ظرفیت گرمایی به کار برد. بنا به دلایل

(فصل سوم)، در صفحه ۸۶ کتاب ذکر شده است: فاراده به زودی نبوغ خود را به عنوان یک آزمایشگر نشان داد.

مضمون: طراحی، انجام آزمایش و آزمایشگری نیز از شاخص‌های خلاقیت در علم محسوب می‌شود در چند پاراگراف ذکر شده در بالا به انجام آزمایش و آزمایشگری دانشمندان اشاره شده است. فیزیک یک علم تجربی است؛ پس دانشمندان پدیده‌های گوناگون در طبیعت را مشاهده می‌کنند و توسط آزمایش مورد آزمون قرار می‌دهند.

(فصل سوم)، در قسمت خوب است بدانید صفحه ۹۳ کتاب آمده است: چرخش هر الکترون به دور هسته اتم را می‌توان به صورت یک حلقه میکروسکوپی جریان مدل‌سازی کرد.

مضمون: مدل‌سازی نیز شاخص دیگر خلاقیت است. تحلیل و بررسی بسیاری از پدیده‌های فیزیکی، اغلب پیچیده است، به همین دلیل فیزیکدانان برای بررسی این پدیده‌ها، از مدل‌سازی استفاده می‌کنند. که در جمله ذکر شده در بالا از کلمه مدل‌سازی استفاده شده است.

(فصل اول)، در پاراگراف ۶ صفحه ۵ کتاب می‌خوانیم: شارل آگوستین کوئن، دانشمند فرانسوی برای نخستین بار با انجام آزمایش‌های ساده و هوشمندانه‌ای توانست عامل‌های موثر بر نیروی الکتریکی بین دو ذره باردار را که اصطلاحاً بار نقطه‌ای خوانده می‌شود.

(فصل اول)، پاراگراف ۲۰ صفحه ۲۸ کتاب بیان شده است: روش ساده و مرسوم برای باردار کردن خازن قرار دادن آن در مدار الکتریکی ساده‌ای است که یک باتری دارد.

فصل دوم، در پاراگراف ۸ صفحه ۵۰ کتاب آمده است: مدار ساده الکتریکی شکل ۲-۱۵ را در نظر بگیرید.

میدان مغناطیسی وجود دارد که سبب جذب میخ شده است. میدان مغناطیسی نیز مانند میدان الکتریکی که در فصل ۱ با آن آشنا شدید، کمیتی برداری است و آن را با نماد \vec{B} نمایش می‌دهیم.

(فصل سوم)، در پاراگراف ۶ صفحه ۶۹ کتاب ذکر شده است:

زمین مانند یک آهنربای بسیار بزرگ رفتار می‌کند و طرح خط‌های میدان مغناطیسی آن مانند طرح خط‌های آهنربای میله‌ای بزرگی است که در نزدیکی مرکز زمین قرار دارد و قطب شمال آن در نزدیکی قطب جنوب جغرافیایی زمین است.

مضمون: علم متأثر از تشبیه و شباهت‌سازی، از مضامین مربوط به جنبه خلاقانه بودن علم می‌باشد، که هفت عبارت فوق به این مضمون اشاره دارند.

در جدول (۲) یافته‌های حاصل از تحلیل کتاب فیزیک ۲ پایه یازدهم تجربی دوره دوم متوسطه نظام (۳-۳-۶)، ارائه شده است.

تاریخی، قدرمطلق اختلاف پتانسیل ΔV بین دو صفحه خازن را با V نمایش می‌دهند.

(فصل اول)، در پاراگراف ۶ صفحه ۴۵ بیان شده است: این بستگی مقاومت به طول و مساحت مقطع جسم را می‌توان با شبیه سازی‌های ساده‌ای نیز درک کرد. هرچه جسم بلندتر شود الکترون‌ها هنگام عبور از آن برخوردهای بیشتری با اتم‌ها پیدا می‌کنند. بنابراین، مقاومت الکتریکی جسم بیشتر می‌شود. کوچکتر شدن سطح مقطع جسم را نیز می‌توان به کوچکتر شدن سطح مقطع لوله‌ای تشبیه کرد که در آن شاره‌ای در جریان است. کوچکتر شدن مقطع سبب کاهش عبور شاره می‌شود که به معنای افزایش مقاومت در برابر عبور شاره است.

(فصل اول)، در پاراگراف ۱۶ صفحه ۵۸ کتاب بیان شده است: توجه کنید هرگاه چند مقاومت به صورت موازی به هم بسته شوند، مقاومت معادل آنها کوچکتر از هر یک از مقاومت‌های موجود در آن ترکیب است. برای اینکه به درکی از این نتیجه برسیم، مشابهت سازی با لوله‌های آب می‌تواند راه گشا باشد.

(فصل سوم)، در پاراگراف ۴ صفحه ۶۷ آمده است: مشابه آنچه درباره اجسام باردار دیدید، برای توجیه این پدیده می‌گوییم در فضای اطراف آهنربا

جدول ۲ تحلیل محتوای کیفی کتاب فیزیک ۲ پایه یازدهم نسبت به جنبه خلاقانه بودن علم

مضمون	زیرمقوله	مقوله
ابداع و نوآوری در علم	این دو نوع بار الکتریکی توسط دانشمند آمریکایی بنیامین فرانکلین، بار مثبت و بار منفی نام‌گذاری شد. او می‌توانست آنها را هر چیز دیگری نیز بنامد. (صفحه ۲) / در واقع تجربیات متعدد و مهم فرانکلین آغازگر دوره‌ای جدید در مبحث الکتریسیته بوده است و بسیاری از واژگانی که ما امروزه در الکتریسیته به کار می‌گیریم نخستین بار توسط فرانکلین به کار برده شده است. (صفحه ۳) / اندازه‌گیری بار الکترون نخستین بار توسط رابرت میلیکان در سال ۱۹۱۳ میلادی انجام شد. (صفحه ۳) / قانون کولن از هر آزمون و تجربه‌ای سربلند بیرون آمده است و تاکنون هیچ استثنایی برای آن یافت نشده است. (صفحه ۶) / وان دروالس در سال ۱۸۷۳ نخستین پیشنهاد را برای نیروهای الکتریکی بین ذره‌های سازنده گاز به منظور توصیف برخی از ویژگی‌های گازهای غیرآرمانی و مایعات ارائه کرد. (صفحه ۱۵) / شارل آگوستین کوئن، دانشمند فرانسوی برای نخستین بار با انجام آزمایش‌های ساده و هوشمندانه‌ای توانست عامل‌های موثر بر نیروی الکتریکی بین دو ذره باردار را که اصطلاحاً بار نقطه‌ای خوانده	خلاقانه بودن علم

مقاله	زیرمقاله	مضمون
		می‌شود، شناسایی کند. (صفحه ۵) / گاوس به انجام محاسباتی بی‌اندازه بفرنج علاقه‌مند بود. وی همچنین روش‌های تازه‌ای برای محاسبه در مکانیک سماوی به دست آورد. (صفحه ۷۲)
		دو اخترشناس و ریاضی‌دان فرانسوی تحت تاثیر نیوگ و استعداد آمپر قرار گرفته بودند. (صفحه ۴۱) / فاراده به زودی نیوگ خود را به عنوان یک آزمایشگر نشان داد. (صفحه ۸۶)
		فرانکلین در حدود سال ۱۷۴۴ میلادی با مبحث الکتریسیته آشنا شد و عمده کشفیات مهم و بزرگ خویش را در بین سال‌های ۱۷۳۷ و ۱۷۵۱ به انجام رسانید. (صفحه ۶) / به دنبال این کشف مهم، دانشمندان دیگری همچون آمپر، فاراده، هانری، ماکسول و هرتر تحقیقات در الکترومغناطیس را ادامه دادند. (صفحه ۷۶) / او با انجام دادن آزمایش‌های بیشتر کشف کرد که عبور جریان الکتریکی از یک سیم رسانا، در اطراف آن یک میدان مغناطیسی به وجود می‌آورد. این کشف اورستد گام مهمی در راه درک رابطه بین الکتریسیته و مغناطیس بود که به گسترش مبحث الکترومغناطیس انجامید. (صفحه ۷۶) / آثار مغناطیسی جریان الکتریکی در سال ۱۸۲۰ میلادی توسط اورستد کشف شد. (صفحه ۸۵) / فاراده رابه سبب کشف‌های بسیارش یکی از بزرگ‌ترین دانشمندان تجربی عصر خود می‌دانند. (صفحه ۸۶) / هانری در سال ۱۸۳۱، هم زمان و مستقل از فاراده، موفق به کشف پدیده القای الکترومغناطیسی شد. (صفحه ۹۳)
		بطری لیدن، قدیمی‌ترین نوع خازن است که در میانه سده هجدهم در شهر لیدن که امروزه در هلند واقع شده است، ساخته شد. (صفحه ۳۰) / الکساندر ولتا دستگاهی به نام الکتروفور را اختراع کرد. (صفحه ۲۲) / در نامه‌ای به تاریخ ۱۸۰۰ میلادی درباره پیل توضیح داد که امروزه پیل ولتا خوانده می‌شود. اختراع ولتا راه تازه‌ای را در پیشرفت علم گشود. (صفحه ۲۲) / هانری همچنین توانست نوعی موتور الکترومغناطیسی و یک تلگراف جدید و کارآمد اختراع کند. (صفحه ۹۳)
		آمپر سرانجام به سبب نوشتن مقاله‌ای که در مورد سرگرمی‌های ریاضی که در آن مساله‌ای را حل کرده بود. (صفحه ۴۱) / مایکل فاراده در سال ۱۸۳۶ میلادی با انجام آزمایشی به این سوال پاسخ داد. (صفحه ۲۵)
		ادیسون موافق جریان مستقیم (dc) بود، در حالی که وستینگهاوس از جریان متناوب (ac) حمایت می‌کرد. سرانجام، وستینگهاوس پیروز شد. (صفحه ۷۱)
		مایکل فاراده نخستین بار در میانه قرن نوزدهم میلادی روشی را برای تجسم این بردارها ارائه کرد. (صفحه ۱۶)
		شارل آگوستین کولن، دانشمند فرانسوی برای نخستین بار با انجام آزمایش‌های ساده و هوشمندانه‌ای (صفحه ۵) / نتیجه آزمایش‌های او امروزه به نام قانون کولن خوانده می‌شود. شکل ۱-۷ طرحی از آزمایش کولن را نشان می‌دهد. (صفحه ۵) / نتیجه این آزمایش که به قانون کولن معروف شده است از هر آزمون و تجربه‌ای سربلند بیرون آمده است و تاکنون هیچ استثنایی برای آن یافت نشده است. (صفحه ۶) / مایکل فاراده در سال ۱۸۳۶ میلادی با انجام آزمایشی به این سوال پاسخ داد. (صفحه ۲۵) / اورستد (فیزیک‌دان دانمارکی) با انجام آزمایش، اندازه‌گیری نیرویی که بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی وارد می‌شود، نشان داد. (صفحه ۷۴) / فاراده به زودی نیوگ خود را به عنوان یک آزمایشگر نشان داد. (صفحه ۸۶)
		چرخش هر الکترون به دور هسته اتم را می‌توان به صورت یک حلقه میکروسکوپی جریان مدل‌سازی کرد. (صفحه ۹۳)
		شارل آگوستین کولن، دانشمند فرانسوی برای نخستین بار با انجام آزمایش‌های ساده و هوشمندانه (صفحه ۵۷) / روش ساده و مرسوم برای بردار کردن خازن قرار دادن آن در مدار الکتریکی ساده‌ای است که یک باتری دارد. (صفحه ۲۸) / مدار ساده الکتریکی شکل ۲-۱۵ را در نظر بگیرید (صفحه ۵۰) / معمولاً اختلاف پتانسیل پایانه‌های منبع نیروی محرکه (آرمانی یا واقعی) را به منظور ساده سازی به جای ΔV با V نشان می‌دهند.

مضمون	زیرمقاله	مقاله
	(صفحه ۷۳) / طرحی ساده از اجزای اصلی یک موتور الکتریکی (صفحه ۷۳) / شکل زیر اسباب آزمایش ساده‌ای را برای بررسی اثر القای متقابل نشان می‌دهد. (صفحه ۹۵)	
علم متاثر از تشبیه و شباهت سازی	این وضعیت، شبیه چیزی است که در کتاب فیزیک سال دهم دیدیم. (صفحه ۲۰) / در تشابه با انرژی پتانسیل گرانشی، در اینجا نیز می‌توانیم برای انرژی پتانسیل الکتریکی، مرجعی اختیار کنیم. (صفحه ۲۲) / عبارت ظرفیت الکتریکی را نخستین بار ولتا در تشابه با ظرفیت گرمایی به کار برد. (صفحه ۲۹) / این بستگی مقاومت به طول و مساحت مقطع جسم را می‌توان با تشبیه سازی‌های ساده‌ای نیز درک کرد. (صفحه ۴۵) / کوچکتر شدن سطح مقطع لوله‌ای تشبیه کرد. (صفحه ۴۵) / برای اینکه به درکی از این نتیجه برسیم، مشابهت سازی با لوله‌های آب می‌تواند راه گشا باشد. (صفحه ۵۸) / مشابه آنچه درباره اجسام باردار دیدید، (صفحه ۶۷) / زمین مانند یک آهنربای بسیار بزرگ رفتار می‌کند و طرح خط‌های میدان مغناطیسی آن مانند طرح خط‌های آهنربای میله‌ای بزرگی است که در نزدیکی مرکز زمین قرار دارد. (صفحه ۶۹)	

نتایج و بحث

خواننده می‌شود، شناسایی کند. نتیجه آزمایش‌های او امروزه به نام قانون کولن خوانده می‌شود. شکل ۱-۷ طرحی از آزمایش کولن را نشان می‌دهد.

۳- جنبه عملکرد و مقایسه نظریه و قانون در علم

(فصل اول)، در قسمت تاریخ علم و زندگی‌نامه دانشمندان صفحه ۶ کتاب بیان شده است: کولن پس از بازگشت به پاریس در سال ۱۷۸۵ میلادی تقریباً هم‌زمان با بنیامین فرانکلین آزمایش معروف خود را در مورد اینکه نیروی بین دو بار ذره‌ای با مربع فاصله بین آنها نسبت وارون دارد، به چاپ رساند. نتیجه این آزمایش که به قانون کولن معروف شده است از هر آزمون و تجربه‌ای سربلند بیرون آمده است و تاکنون هیچ استثنایی برای آن یافت نشده است. کولن معتقد بود چنین قانونی برای قطب‌های مغناطیسی نیز برقرار است. کولن هیچ وقت نتوانست به چنین رابطه‌ای برسد.

یافته‌های حاصل از تحلیل کتاب فیزیک ۲ نسبت به این جنبه از ماهیت علم در مجموع پاراگراف‌های متن کتاب، تنها در یک پاراگراف (فصل سوم، قسمت تاریخ علم و زندگی‌نامه دانشمندان) به رابطه قانون و نظریه اشاره شده است. در بقیه موارد، واژه قانون به تنهایی به کار برده شده که خود در برگیرنده مضمون‌هایی در مقوله عملکرد و مقایسه نظریه و قانون در علم می‌باشد. در ادامه به نمونه‌هایی از آن پرداخته می‌شود.

(فصل دوم)، در پاراگراف ۵ صفحه ۴۴ کتاب می‌خوانیم: اگر مقاومت الکتریکی در ولتاژهای مختلف (در دمای ثلثت)، مقدار ثابتی باشد، اصطلاحاً گفته می‌شود آن وسیله از قانون اهم پیروی می‌کند و آن وسیله را مقاومت یا رسانای اهمی می‌نامند. به عبارتی جریان عبوری از یک مقاومت اهمی همواره با اختلاف پتانسیل اعمال شده به دو سر آن رابطه مستقیم دارد. این قانون برای فلزات و بسیاری از رساناهای غیرفلزی

(فصل سوم)، در تاریخ علم و زندگی‌نامه دانشمندان صفحه ۷۶ کتاب آمده است: کشفیات اورستد در زمینه الکتریسته و مغناطیس، اولین گام در شکل‌گیری نظریه الکترومغناطیس بوده است.

مضمون: می‌توان گفت، کشفیات در علم منجر به شکل‌گیری نظریه می‌شوند.

(فصل اول)، در پاراگراف ۶ صفحه ۵ کتاب ذکر شده است: شارل آگوستین کوئن، دانشمند فرانسوی برای نخستین بار با انجام آزمایش‌های ساده و هوشمندانه‌ای توانست عامل‌های موثر بر نیروی الکتریکی بین دو ذره باردار را که اصطلاحاً بار نقطه‌ای

(فصل سوم)، در قسمت تاریخ علم و زندگی‌نامه دانشمندان صفحه ۹۲ کتاب می‌خوانیم: لنز مطالعه الکترومغناطیس را در سال ۱۸۳۱ شروع کرد و بیشتر شهرتش برای فرمول‌بندی قانون لنز در الکترومغناطیس در سال ۱۸۳۴ است.

مضمون: در سه مورد بالا، به بیان قانون به زبان ریاضی اشاره شده است.

(فصل اول) در قسمت تاریخ علم و زندگی‌نامه دانشمندان صفحه ۲۲ کتاب آمده است: ولتا با استفاده از این دستگاه قوانین فیزیکی زیادی را کشف کرد.

(فصل سوم)، در قسمت تاریخ علم و زندگی‌نامه دانشمندان صفحه ۷۲ کتاب بیان شده است: گاوس روی پدیده‌های الکتریکی و مغناطیسی نیز فعالیت زیادی کرد و قانونی به نام وی در مبحث الکتریسیته وجود دارد.

مضمون: کشف‌کردنی بودن یکی از ویژگی‌هایی است که در دو مورد بالا، برای قوانین علم به کار رفته است.

در جدول (۳) یافته‌های حاصل از تحلیل کتاب فیزیک ۲ پایه یازدهم تجربی دوره دوم متوسطه نظام (۳-۳-۶)، نسبت به جنبه تفاوت و عملکرد قانون و نظریه در علم، ارائه شده است.

نتایج بیشتر مطالعات نشان‌دهنده و تاییدکننده نقش اساسی کتاب‌های درسی در یادگیری دانش‌آموزان است. اغلب معلمان برای تدریس محتوای علوم، به شدت به کتاب‌های درسی متکی و وابسته هستند که این امر وجود نگاه و تصویر دقیقی از علم در منابع درسی ایجاد می‌کند. پس از آنجا که وظیفه معلمان ایجاد درک و برداشت درست از علم در دانش‌آموزان است؛ پرداختن به ماهیت علم به‌طور مناسب در محتوای کتاب درسی ضرورت پیدا می‌کند. بنابراین مطالعه و تحقیق در رابطه با چگونگی ارائه و نمایاندن علم در

در دمای ثابت برقرار است. جدول ۲-۱ مقادیر اندازه‌گیری شده برای جریان و اختلاف پتانسیل یک مقاومت را نشان می‌دهد که از قانون اهم پیروی می‌کند. (فصل دوم)، در فعالیت ۲-۴ صفحه ۵۴ کتاب می‌خوانیم: قانون ژول بیان می‌دارد گرهای تولید شده توسط جریان‌های عبوری از یک مقاومت R در مدت زمان t برابر با RI^2t است. این قانون را می‌توان به روش گرماسنجی با یک گرماسنج که در فیزیک دهم با آن آشنا شدید تحقیق کرد. اسباب این آزمایش در شکل نشان داده شده است.

(فصل سوم)، در پاراگراف ۲۵ صفحه ۸۵ کتاب آمده است: در سال ۱۸۳۱ فاراده پس از آزمایش‌های فراوان، مشاهده کرد که عبور آهنربا از یک پیچه، سبب برقراری جریان الکتریکی در پیچه می‌شود. این اثر که امروزه به قانون القای الکترومغناطیسی فاراده شناخته می‌شود. اساس کار مولدها برای تولید جریان الکتریکی است.

مضمون: در پنج مورد فوق به تجربی بودن قوانین علمی اشاره شده است.

(فصل اول)، در پاراگراف ۶ صفحه ۵ کتاب ذکر شده است: قانون کولن بیان می‌دارد: اندازه نیروی الکتریکی (الکتروستاتیکی) بین دو بار نقطه‌ای که در راستای خط واصل آنها اثر می‌کند، با حاصل ضرب بزرگی آنها متناسب است و با مربع فاصله بین آنها نسبت وارون دارد. بنابراین، اندازه این نیرو برابر است با:

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

(فصل سوم)، در پاراگراف ۲۸ صفحه ۸۹ کتاب آمده است: قانون فاراده برای پیچه یا سیملوله‌ای که از N دور مشابه تشکیل شده باشد با رابطه زیر بیان می‌شود:

$$\bar{E} = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

انقلاب، اصلاح پذیری، تحول و تکامل و ... خودداری شده است و به خوبی نمایان نیست؛ اما با اندکی تأمل می‌توان دریافت به‌طور ضمنی با استفاده از مضامین تعریف شده و مرتبط با این جنبه از ماهیت علم در زیر مقوله‌ها، متن این کتاب‌ها به میزان خیلی کم در برگیرنده این جنبه از ماهیت علم می‌باشد.

از جمله مواردی که در این حوزه می‌توان به آن اشاره کرد عبارت است از: مضمون‌هایی همچون خطا و تقریب در دو جمله از این کتاب‌ها نشان می‌دهد که فیزیک علم اندازه‌گیری است و چون در اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی قطعیت وجود ندارد، پس همواره خطا در اندازه‌گیری وجود دارد و ابزارهای مختلف اندازه‌گیری همواره در حال تغییر و تحول هستند تا بتوانند خطای اندازه‌گیری را کاهش دهند ولی هیچگاه نمی‌توان آن را به صفر رساند

کتاب‌های درسی فیزیک دوره متوسطه به‌عنوان یکی از حوزه‌های آموزش علوم بسیار ضروری است.

در پژوهش حاضر که کتاب فیزیک ۲ مخصوص دانش‌آموزان پایه یازدهم تجربی دوره دوم متوسطه نظام (۳-۳-۶) 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 کتاب فیزیک ۲ مورد بررسی قرار گرفته است.

نتایج حاصل از تحلیل محتوای کیفی کتاب مورد بررسی نشان داد که در موقتی بودن علم را با استفاده از مضمون‌های تعریف شده استنتاج کرد. این مضمون‌ها شامل آغازگر دوره‌های دیگر (تحول)، رشد و پیشرفت و ... می‌باشد که نشان از تغییر همیشگی شناخت علمی در هر دوره زمانی است. اگرچه در متن کتاب‌ها از آوردن صریح کلمه‌های همچون، تغییر، دگرگونی و

جدول شماره ۳: تحلیل محتوای کیفی کتاب فیزیک ۲ پایه یازدهم نسبت به جنبه قانون و نظریه علمی

مضمون	زیرمقوله		مقوله
	نظریه	قانون	
کشف منجر به شکل‌گیری نظریه	کشفیات اورستد در زمینه الکتریسته و مغناطیس، اولین گام در شکل‌گیری نظریه الکترومغناطیس بوده است. (صفحه ۷۶)		تفاوت و عملکرد قانون و نظریه در علم
تجربی بودن قوانین علمی		شارل آگوستین کوئن، دانشمند فرانسوی برای نخستین بار با انجام آزمایش‌های ساده و هوشمندانه‌ای نشان داد و نتیجه آزمایش‌های او امروزه به نام قانون کولن خوانده می‌شود. (صفحه ۵) / هم زمان با بنیامین فرانکلین آزمایش معروف خود را در مورد اینکه نیروی بین دو بار ذره‌ای با مربع فاصله بین آنها نسبت وارون دارد، نتیجه این آزمایش که به قانون کولن معروف شده است. (صفحه ۶) / قانون ژول بیان می‌دارد گرمای تولید شده توسط جریان‌های عبوری از یک مقاومت R در مدت زمان t برابر با RI^2t است. این قانون را می‌توان به روش گرماسنجی با یک گرماسنج که این آزمایش در شکل نشان داده شده است. (صفحه ۵۴) / در سال ۱۸۳۱ فاراده پس از آزمایش‌های فراوان، مشاهده کرد که عبور آهنربا از یک پیچ،	

مضمون	زیرمقاله		مقاله
	نظریه	قانون	
		سبب برقراری جریان الکتریکی در پیچه می‌شود. این اثر که امروزه به قانون القای الکترومغناطیسی فاراده شناخته می‌شود. (صفحه ۵۸)	
بیان قانون به زبان ریاضی		اندازه نیروی الکتریکی (الکتروستاتیکی) بین دو بار نقطه‌ای که در راستای خط واصل آنها اثر می‌کند، با حاصل ضرب بزرگی آنها متناسب است و با مربع فاصله بین آنها نسبت وارون دارد. بنابراین، اندازه این نیرو برابر است با: $F = k \frac{ q_1 q_2 }{r^2}$ (صفحه ۵) / قانون فاراده برای پیچه یا سیم‌لوله‌ای که از N دور مشابه تشکیل شده باشد با رابطه زیر بیان می‌شود: $\vec{E} = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ (صفحه ۸۹)	
قوانین کشف شدنی		ولتا با استفاده از این دستگاه قوانین فیزیکی زیادی را کشف کرد. (صفحه ۲۲) / گاوس روی پدیده‌های الکتریکی و مغناطیسی نیز فعالیت زیادی کرد و قانونی به نام وی در مبحث الکتریسیته وجود دارد. (صفحه ۷۲)	

یافته‌ها تا حدودی با اسناد هشت‌گانه بین‌المللی علوم، دیدگاه لدرمن، مک‌کوهاس و همکاران [۵,۶] همخوانی دارد. مطابق این اسناد دانشمندان افرادی خلاق هستند و به باور لدرمن و همکاران (به نقل از کریمی و همکاران [۵])، علم با خلق و ابداع توصیف‌های مفاهیم نظری دانشمندان مرتبط است که البته مستلزم بهره‌گیری بخش عظیمی از خلاقیت در دانشمندان شده است.

نتایج یافته‌های حاصل از تحلیل محتوای کیفی کتاب تحت بررسی در این پژوهش نشان‌دهنده این است که، به جنبه تفاوت و عملکرد قانون و نظریه از ماهیت علم توجه درخوری نشده است. در کتاب فیزیک ۲ در یک مورد، از کلمه نظریه استفاده شده است. در صفحه ۷۶ کتاب، قسمت تاریخ علم و زندگینامه دانشمندان آمده است: کشفیات اورستد در زمینه الکتریسته و مغناطیس، اولین گام در شکل‌گیری نظریه الکترومغناطیس بوده است. پس هر چند نظریه‌های علمی براساس شواهد توسعه‌یافته در طی یک دوره و زمان هستند، اما از آن می‌توان به این استنباط و تلقی رسید که کشف قوانین علمی می‌توانند به نظریه تبدیل شوند.

این نتایج با اندیشه‌های جاری، همچون اسناد هشت‌گانه استاندارد بین‌المللی علوم مانند سند انجمن پیشبرد علم آمریکایی‌ها [۱] تا حدودی همخوانی دارد. طبق بیان مک‌کوهاس [۵,۶] مبنی بر اینکه نظریه‌های علمی به‌طور مرتب تغییر می‌کنند و همچنین بر اساس سند انجمن پیشبرد علم آمریکایی‌ها (به نقل از کریمی و همکاران [۱۱]) تغییر در علم اجتناب‌ناپذیر است.

نتایج حاصل از تحلیل محتوای کیفی نشان داد که در کتاب تحت بررسی نسبت به جنبه خلاقانه بودن علم در قسمت‌ها و بخش‌های محدودی از کتاب تا حدودی به‌صورت آشکار اشاره شده است. شاخص‌ها و مضمون‌های استخراج شده برای خلاقیت در علم نیز، نشان می‌دهد دانش علمی از طریق ابداع و نوآوری، نبوغ و تبحر، کشف، اختراع، تشبیه، کاربرد سادگی و ... شکل می‌گیرد و آفرینندگی بر مشاهده و استنتاج از جهان طبیعی استوار است.

در این کتاب علاوه بر مشخصه‌های مذکور به مفاهیم دیگری از جمله: حل مساله، رقابت، تجسم، طراحی و انجام آزمایش و آزمایشگری در علم و مدل‌سازی اشاره شده است که همه این مضمون‌ها می‌توانند از مشخصه‌های خلاقیت محسوب شوند. این

نکته قابل تأمل این است که، در یک موردی که از کلمه نظریه استفاده شده است در قسمت تاریخ علم و زندگی‌نامه دانشمندان بوده است. همچنین در بیشتر موارد، زیرمقوله‌های استخراج شده و موارد بررسی شده در هر یک از سه جنبه عام ماهیت علم در این کتاب بیشتر در قسمت‌های تاریخ علم و زندگی‌نامه دانشمندان، مطالعه آزاد، خوب است بدانید، فناوری و کاربرد بوده است و طبق تحقیقات به عمل آمده است، به عبارتی همان بخش‌ها و قسمت‌هایی از کتاب که از نظر بیشتر دانش‌آموزان و حتی دبیران بی اهمیت بوده و توجه چندانی به این مطالب نمی‌شود. این بخش‌ها و قسمت‌ها از کتاب، جزو قسمت‌هایی محسوب می‌شوند که معلمان در ارزشیابی‌ها، سوالی از آن طرح نمی‌کنند به نحوی که مورد توجه دانش‌آموز قرار گیرد.

به طور کلی می‌توان گفت اگرچه در رابطه با جنبه خلاقانه بودن علم در کتاب تحت بررسی، نمونه‌های بیشتری نسبت به جنبه‌های موقتی بودن علم و عملکرد و تفاوت قانون و نظریه در علم وجود داشت. اما در کل بیشتر این موارد همان‌طور که در بخش‌های قبل نیز اشاره شد مضمون‌هایی هستند که به طور ضمنی استخراج شده‌اند. از طرفی، بیشتر موارد در قسمت‌هایی از کتاب مطرح شده است که نمی‌تواند به خوبی جایگاه این سه جنبه عمومی ماهیت علم را به روشنی به معلمان و دانش‌آموزان نشان دهد.

با توجه به نتایج به دست آمده در بخش تحلیل کیفی می‌توان گفت، کتاب‌های تحت بررسی پژوهش بر اساس جنبه‌های عمومی ماهیت علم که عبارت بودند از موقتی بودن علم، خلاقانه بودن علم و عملکرد و تفاوت قانون و نظریه در علم، طراحی و تدوین نشده‌اند و بنابراین نمی‌توانند درک درستی از علم و ماهیت علم را در دانش‌آموزان و معلمان ایجاد کنند.

با توجه به مطالب بیان شده، لازم و ضروری است

در قسمت‌ها و بخش‌های دیگر کتاب مورد بررسی به قوانین علمی بها داده شده است، که این مضامین عبارتند از: تجربی بودن قوانین علمی (قوانین علمی گزاره‌ها یا توصیفاتی از روابط بین پدیده‌های قابل مشاهده در طبیعت هستند)، پی‌ریزی کشف قوانین (قوانین کشف‌کردنی هستند و می‌توانند به نظریه بیانجامند) و بیان قانون به زبان ریاضی (قوانین علمی به زبان ریاضیات، بیان و اثبات می‌شوند، ایزاک نیوتن نحوه کار جهان را با ریاضیات توضیح می‌داد) از مضمون‌هایی است که در کتاب به آن اشاره شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد، جز یک موردی که به آن اشاره شد، در بخش‌ها و قسمت‌های مختلف کتاب مورد بررسی در این پژوهش، به تفاوت بین نظریه و قانون طوری که دانش‌آموز قادر به درک عملکرد و مقایسه قوانین و نظریه‌های علمی باشد، هیچ اشاره‌ای نشده است. همچنین قابل ذکر است، نقش مهم قوانین و نظریه‌های علمی در تولید علم و معرفت علمی در این کتاب نادیده گرفته شده است و نمی‌توان جایگاه قوانین و نظریه‌های علمی در آموزش علوم و به ویژه آموزش فیزیک که مبتنی بر نظریه‌ها، اصول و قوانین است در دید دانش‌آموزان به روشنی نشان دهد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت آنچه که در این کتاب در رابطه با جنبه عملکرد و تفاوت نظریه و قانون در علم بیان شده است با نظریه‌ها و لندیشه‌های جاری اندیشمندان و صاحب‌نظران در این رابطه منطبق نبوده و همخوانی ندارد.

مطالعه و بررسی تحلیل کیفی کتاب فیزیک ۲ پایه یازدهم دوره دوم متوسطه رشته علوم تجربی نشان می‌دهد، با توجه به مضامین استخراج شده برای زیرمقوله‌های تعریف شده در این کتاب، به جنبه خلاقانه بودن علم در ماهیت علم نسبت به دو جنبه دیگر یعنی موقتی بودن علم و عملکرد و تفاوت قانون و نظریه در علم، بیشتر پرداخته شده است.

متن‌ها و پاراگراف‌هایی از درس بگنجانند که مورد
توجه معلمان و دانش‌آموزان قرار گیرد.

که مؤلفان کتاب‌های درسی فیزیک در نگاشت‌های آتی
جنبه‌های ماهیت علم را به‌طور صریح و آشکار، در

مراجع

- [1] American Association for the Advancement of science. 1990. Science for all Americans .
- [2] Lederman, N.G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331- 359.
- [3] Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F. S., Bell, R. L., Schwartz, R. S. (2002), "Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid And Meaningful Assessment of Learners' Conceptions Nature of Science", *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- [4] 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, 11-14.
- [5] McComas, W., Nouri, N., Wissehr, C. (2016). A critique of the Nature of Science (NOS) in the Next Generation Science Standards (NGSS).
- [6] McComas, W., Nouri, N., Wissehr, C. 2016. A critique of the Nature of Science (NOS) in the Next Generation Science Standards (NGSS).
- [۷] عریضی، ح.، عابدی، ا.، (۱۳۸۲). تحلیل محتوای کتاب‌های درسی دوره‌ی ابتدایی بر حسب سازه‌ی انگیزه‌ی پیشرفت. فصلنامه نوآوری‌های آموزشی، ۲(۵)، ۲۹-۵۲.
- [۸] سعیدی، م. (۱۳۹۰). بررسی دیدگاه‌های دانش‌آموزان و معلمان علوم راهنمایی از علم و ماهیت آن پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید رجایی تهران.
- [۹] لیاقت، س.، نیک‌نام، ز.، باقری، س. (۱۳۹۲). «ماهیت علم» و آموزش علوم تجربی: تحلیل محتوای کتاب درسی علوم تجربی پایه سوم راهنمایی. فصلنامه مطالعات برنامه درسی ایران، ۸ (۲۹) ۸۹-۱۱۶.
- [۱۰] عسگری‌خواه، ن. (۱۳۹۶). بررسی کتاب علوم ششم ابتدایی از منظر ماهیت علم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.
- [۱۱] کریمی، م. ح.، کیانی، ف.، شمشیری، ب. (۱۳۹۷). تحلیل محتوای کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک دوره متوسطه بر اساس رویکرد به ماهیت علم-پژوهش کیفی. مجله علمی پژوهشی پژوهش‌های برنامه درسی، ۸ (۱۶) ۷۰-۹۷.
- [12] Laudan, L. (1996). Beyond the positivism and relativism: Theory, method and evidence. New York: Westview Press, Inc.c