

## تحلیل محتوای کتاب فیزیک پایه یازدهم رشته ریاضی - فیزیک بر اساس رویکرد ماهیت علم

زهره عروجی<sup>۲</sup>محمد رضا فتحی<sup>۱</sup>

**چکیده:** هدف آموزش در تمام نظام‌های آموزشی دستیابی به سواد علمی است و درک ماهیت علم یکی از جنبه‌های ضروری آن می‌باشد. ماهیت علم در پی ارائه توصیفی از چرایی علم، سازوکار علم، چگونگی کار دانشمندان به مثابه یک گروه اجتماعی و چگونگی اثر گذاری جامعه بر جهت دهی فعالیت علمی و بالعکس می‌باشد. این پژوهش با هدف بررسی جنبه های ماهیت علم در ارائه محتوای آخرین نگاشت کتاب درسی فیزیک پایه یازدهم رشته ریاضی-فیزیک بود. در این پژوهش از روش تحلیل محتوا استفاده شد. نمونه شامل کل محتوای کتاب فیزیک پایه یازدهم و واحد نمونه گیری شامل پاراگراف بود. برای بررسی چگونگی ارائه محتوا از سیستم امتیازدهی رویبریک استفاده شد. داده‌ها با استفاده از همسوسازی اعتباریابی شد. یافته‌ها نشان داد، بیشترین تاکید کتاب درسی فیزیک بر جنبه های خلاقیت، رابطه علم با تکنولوژی و شواهد و مدارک بوده و به جنبه‌ی خلاقیت، محدودیت در علم و نظریه و قانون به صورت ضمنی اشاره شده است. همچنین، دو جنبه نفوذ اجتماعی و فرهنگی و روش علمی منحصر به فرد در علم در کتاب فیزیک سال یازدهم رشته ریاضی - فیزیک به خوبی معرفی و تبیین نشده است. می‌توان نتیجه گرفت اغلب مفاهیم و نظریه های مطرح شده در کتاب به صراحت جنبه های ماهیت علم را توضیح نمی‌دهند و اغلب این مفاهیم به صورت ضمنی دیدگاه معیوبی از علم ارائه می‌دهند.

**واژه های کلیدی:** ماهیت علم، کتاب درسی، فیزیک دوم آموزش متوسطه.

### Analysis of the content of the 11th grade physics book in the field of mathematics and physics based on the approach of the nature of science

Mohammad Reza Fathi, Zohreh Orouji

Received: 16 April 2023; Accepted: 17 June 2023

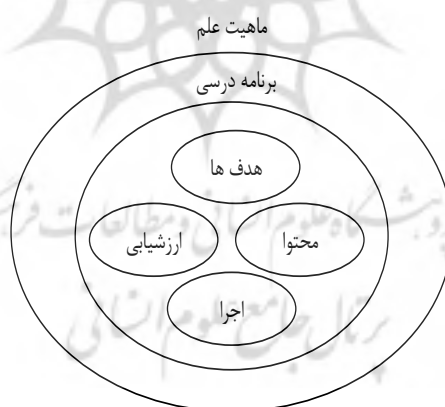
**Abstract:** The goal of education in all educational systems is to achieve scientific literacy, and understanding the essence of science is one of its important aspects. The aim of this study was to investigate the components of the nature of science by presenting the latest mapping content of the Physics 2 textbook in the second year of high school mathematics in Iran. The research method was content analysis, and the sampling unit was the paragraph. rubric rating system was used to examine how the content was presented. The information was verified by Alignment. The results showed that the book's focus is mainly on the aspect of creativity and the connection between science and technology, evidence and proof, and in relation to creativity, there is a limitation in science, theory and law. In the book "Physics 2", two elements of social and cultural influence and the unique scientific method in science are not well presented and explained. From here it can be concluded that most of the concepts and theories of the physics book are part of the physical nature of science and most of these concepts indirectly represent the wrong view of science.

**Keywords:** The nature of science, Textbook, The second physics of secondary education.

## مقدمه

هدف اصلی آموزش علوم در برنامه درسی ایران و نیز برای همه نظام‌های آموزشی دنیا دستیابی به سواد علمی است. نوریس و فیلیپس (۲۰۰۳) سواد علمی را در قالب مفاهیمی چون؛ آگاهی از محتوی اساسی علم و توانایی تمیز از غیر علم، فهمیدن علم و کاربرد آن، آگاهی از اینکه چه چیزی علم است، وابستگی به یادگیری علم، قابلیت استفاده از دانش علمی در حل مسئله، دانش مورد نیاز برای مشارکت هوشمندانه در مسائل اساسی علم، درک ماهیت علم و ارتباط آن با فرهنگ، تقدیر از شایستگی علمی شامل کنجکاوی، توانایی علمی فکر کردن، آگاهی از محدودیت‌ها و فواید علمی، توانایی تفکر انتقادی درباره علم، بیان کرده اند.

برنامه درسی عبارت است از مجموعه رویدادهای از قبل پیش‌بینی شده که به قصد دستیابی به نتایج آموزشی برای یک یا مجموعه ای از فراگیران می‌باشد (آیزنر، ۲۰۰۲). اهمیت برنامه درسی به گونه ای است که آیزنر (۲۰۰۲) آنرا قلب هر رشته علمی می‌نامد. بی‌شک رویکردهای مختلفی بر برنامه درسی حاکم می‌باشد. یکی از مهمترین رویکردهایی که در ارائه محتوای برنامه درسی به ویژه در محتوای علم فیزیک در کتاب‌های درسی دوره دوم آموزش متوسطه باید مدنظر قرار گیرد، رویکرد ماهیت علم است. همانطور که در شکل (۱) به وضوح مشاهده می‌گردد، برنامه درسی شامل عناصر هدف، محتوا، اجرا (فرایند یاددهی و یادگیری) و ارزشیابی است.



شکل ۱. ماهیت علم، برنامه درسی و عناصر آن

در پیشینه آموزش علم برای بیان تصویر جامع از علم، اصطلاحی به نام ماهیت علم<sup>۲</sup> معرفی شده است. ماهیت علم منجر به درکی از علم نزد دانش آموز می‌شود که افزون بر شناخت او از مفاهیم علمی بر دیدگاه او به عنوان شهروند نیز تأثیرگذار است. انجمن آمریکایی پیشبرد علم<sup>۳</sup> که ماموریتش را در سراسر جهان در جهت منفعت همگانی تلقی می‌کند،

<sup>۲</sup>. Nature of Science (NOS)

<sup>۳</sup>. American Association for the Advancement of Science (AAAS)

طرحی موسوم به پروژه ۲۰۶۱ را با هدف ارتقای سواد علمی افراد جامعه طرح ریزی نمود. در این پروژه، یادگیری ماهیت علم به عنوان نخستین هدف و موضوع یادگیری علوم آمده است.

با توجه به اینکه مسأله ماهیت علم، تأثیر قابل توجهی بر فعالیت طراحان و برنامه ریزان درسی علوم تجربی و معلمان علوم دارد و از طرفی دیگر به نظر می‌رسد برنامه درسی علوم کشور ایران با تحولات فلسفه علم و نگرش های جدید به علم همگام نبوده است، بهبود برنامه درسی علوم در گرو توجه مسئولان امر چه در آموزش و پرورش و چه در تربیت معلم کشور نسبت به ورود صحیح این مقوله به برنامه‌هاست (ابراهیمی تیرتاش و شیخ رضایی، ۱۳۹۶).

از آنجا که کتب درسی فیزیک به عنوان منبع اساسی برای دانش‌آموزان مورد توجه می‌باشند، دانش علمی ناکافی ارائه شده در این کتب می‌تواند بر تصورات دانش‌آموزان اثر گذاشته و دیدگاهی نادرست از چیستی علم و نحوه عملکرد آن بدهد. در ذکر اهمیت کتاب‌های درسی می‌توان به این امر اشاره کرد که ارتباط دانش‌آموزان با برنامه‌های درسی از طریق کتاب‌های درسی صورت می‌گیرد و هدف آنها کمک به دانش‌آموزان است و نحوه به کارگیری آنها بطور مستقیم یادگیری فراگیران را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مک کوماس (۲۰۲۰) در سطح آموزش مدرسه پیشنهاد می‌کند که حیطه‌های<sup>۴</sup> ماهیت علم، همراه با جنبه‌های<sup>۵</sup> آن آموزش داده شود. هیچ یک از جنبه‌های پیشنهادی محدود کننده نیست و قرار نیست حفظ شوند، بلکه باید در قالب پرسش و گفتگو مطرح شوند تا دیدگاه دانش‌آموزان را در مورد علم وسعت ببخشند. یکی از مهمترین رویکردهای کتاب درسی، رویکرد ماهیت علم است که در ادامه به درک ماهیت علم و سه حیطه ماهیت علم و جنبه‌های آن پرداخته می‌شود. انجمن آمریکایی پیشبرد علوم، مؤلفه‌های ماهیت علم در برنامه آموزش علوم را به شرح زیر معرفی نموده است.

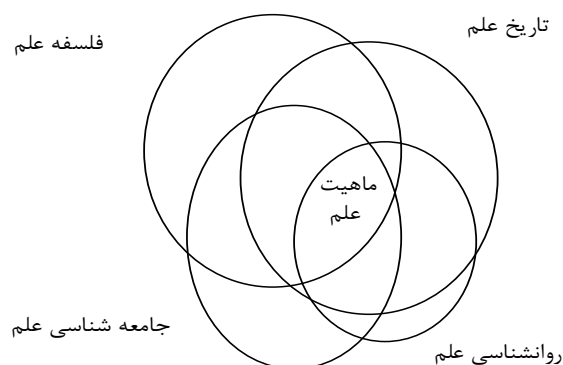
جهان بینی علمی: باورها و نگرش‌های اساسی دانشمندان درباره چیستی و چگونگی کار خود و درباب ماهیت جهان و آنچه درباره جهان باید آموخت.

کاوشگری علمی: رشته‌های علمی متفاوت به صورت بنیادین در میزان اتکا به شواهد، بهره‌گیری از فرضیه‌ها و نظریه‌ها و منطق‌های به کار رفته مشابهت دارند اما دانشمندان در مواجهه با پدیده‌های متفاوت رویه یکسانی ندارند و کاوشگری، جدای از زمینه پژوهش نیست.

در مورد ماهیت فعالیت علمی باید اشاره کرد که، علم به‌مثابه یک فعالیت، ابعاد فردی، اجتماعی و نهادی دارد. فعالیت علمی یکی از ویژگی‌های بارز و اساسی دنیای علم است که چه بسا بیشتر از هر عامل دیگری دوره نوین را از قرون گذشته متمایز می‌کند. جنبه‌های مهم ماهیت علم، درک درستی از علم به ما می‌دهد. ماهیت علم بر نحوه درک افراد از اطلاعات علمی و میزان اعتماد آنها به علم تأثیر می‌گذارد (سونگ و همکاران، ۲۰۲۱). براساس تعریف مک‌کوماس در شکل (۲) ماهیت علم تلفیق درهم‌تنیده‌ای است از فلسفه علم، تاریخ علم، جامعه‌شناسی علم و روانشناسی علم، که با کمک آنها می‌توانیم جایگاه علم را مشخص کنیم (مک‌کوماس و السون، ۲۰۰۵).

4. domains

5. aspects



شکل ۲: اجزای تشکیل دهنده ماهیت علم در برنامه درسی علوم (مک کوماس و السون، ۲۰۰۵)

یکی از تعاریفی که از ماهیت علم مورد توافق اکثریت قرار دارد، عبارت است از: توصیفی غنی از اینکه علم چیست، چگونه کار می‌کند، چگونه محققان در قالب گروه‌های اجتماعی کار می‌کنند و چگونه جامعه تلاش‌های علمی را هدایت می‌کند و با آنها تعامل دارد (مک کوماس، آمازروآ، و کلاف، ۱۹۹۸). بی‌شک در پس بسیاری از تصمیمات غیر منطقی و مواضع نابخردانه در خصوص علم و سیاست‌های علمی، کج فهمی‌هایی از وجوه و ماهیت علم وجود دارد (مک کوماس و همکاران، ۱۹۹۸، ص. ۳). آنها با بررسی هشت سند استاندارد بین‌المللی آموزش علوم که منجر به دیدگاه توافقی شده است، فهرستی از مؤلفه‌ها را برای ماهیت علم به شرح زیر به استخراج کردند:

- ۱) دانش علمی در عین حال که بادوام است، موقتی است.
- ۲) دانش علمی متکی به مشاهده، شواهد تجربی، استدلال عقلانی و شکاکیت است.
- ۳) علم تلاشی برای تبیین پدیده‌ها است.
- ۴) قوانین و نظریه‌ها نقش متفاوتی در علم دارند و دانش‌آموزان باید بدانند که نظریه‌ها به قانون تبدیل نمی‌شوند، حتی اگر شواهد بیشتری پیدا کنند.
- ۵) دانش جدید باید واضح و صریح گفته شود.
- ۶) دانشمندان نیازمند ثبت دقیق، هم‌تاسنجی و تکرار پذیری هستند.
- ۷) مشاهدات نظریه بار هستند.
- ۸) دانشمندان خلاق‌اند.
- ۹) تاریخ علم هم وجه تکاملی و هم انقلابی علم را نمایان می‌کند.
- ۱۰) علم و تکنولوژی بر همدیگر اثرگذارند.
- ۱۱) علم بخشی از سنت فرهنگی و اجتماعی است.
- ۱۲) ایده‌های علمی متأثر از فضای اجتماعی و تاریخی‌شان است.

ماهیت علم دارای سه حیطه، ابزار و محصولات علم، عناصر انسانی علم، علم و دانش و حدود آن می باشد که هر کدام از این حیطه ها، مؤلفه هایی دارد. حیطه اول، ابزار و محصولات علم شامل شواهد در علم، نظریه ها و قوانین روش علمی منحصر به فرد و خلاقیت در علم می باشد. حیطه دوم، عناصر انسانی علم است که شامل ذهنیت و سوگیری در علم می باشد. حیطه سوم، علم و دانش و حدود آن می باشد که شامل تعامل دو سویه جامعه و فرهنگ با علم و موقتی بودن علم و تمایز علم از فناوری می باشد.

### پیشینه پژوهش:

مک کوماس و همکاران (۲۰۰۲) در ارزیابی واقعیت های آموزشی موجود به این نتیجه رسیده اند که بیشتر آموزش های علمی پیرامون بدنه و اصطلاح شناسی دانش علمی است و ماهیت علمی را در بر نمی گیرد و این وضعیت، کاستی بزرگی در آموزش علوم است. چنین کاستی در فرآیند آموزش علوم می تواند دلایل گوناگونی داشته باشد. از جمله این دلایل می توان به برخی عناصر برنامه درسی علوم چون هدف ها و محتوی علمی کتاب های علوم اشاره کرد.

لدرمن، لدرمن و آنتینک (۲۰۱۳) به بررسی ماهیت علم در فلسفه و تاریخ و جامع شناسی پرداختند و نشان دادند که بررسی فلسفه، تاریخ و جامعه شناسی علم به خودی خود پتانسیل ایجاد ادراکاتی از علم را در زمینه وسیع تر دارد که می تواند بر دریچه ای که دانشجویان از طریق آن به جهان می نگرند، تأثیر بگذارد.

نیاز و مازا (۲۰۱۱) با بررسی ماهیت علم به عنوان بخشی ضروری از تاریخ علم با پیامدهای مهم برای آموزش علوم پرداختند و نشان دادند، نقشی که کتاب های درسی در توسعه مفاهیم آگاهانه دانش آموزان از ماهیت علم ایفا می کنند، منبع علاقه قابل توجهی برای مریبان علوم بوده است. در برخی از نقاط جهان، کتاب های درسی به برنامه درسی تبدیل می شوند و تا حد زیادی تعیین می کنند که چه چیزی در کلاس درس داده می شود و اکثر کتاب های درسی شیمی عمومی در سطح دانشگاهی منتشر شده در ایالات متحده بینش کمی در توسعه مفاهیم از ماهیت علم ارائه می کردند.

مک کوماس، کلاف و نوری (۲۰۲۰) بر تصمیم گیری آموزشی ماهیت علم مبتنی بر تحقیق تأکید کردند و چالش های مربوط به جنبه های آموزشی ماهیت علم را مورد بحث قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که، برای پشتیبانی از دستورالعمل های ماهیت علم استفاده از تاریخ علم، تحقیق، مسائل علمی اجتماعی و استدلال مناسب هستند.

گایساسولا (۲۰۰۵) به بررسی چگونگی ارائه مفهوم و تئوری های میدان مغناطیسی در کتاب های درسی سال اول فیزیک دانشگاهی، بر اساس ویژگی های مشترک ماهیت علم پرداخته است. نتایج نشان دادند علیرغم افزایش تعداد مطالعات در مورد ماهیت علم در آموزش علوم، کتاب های درسی فیزیک در نشان دادن ویژگی های ماهیت علم ناکام هستند.

محمدی پور، ضرغامی و داودپناه (۱۴۰۰) کتاب فیزیک ۲ دوره متوسطه رشته علوم تجربی را با رویکرد ماهیت علم از سه جنبه ماهیت علم شامل موقتی بودن، خلاقانه بودن و مقایسه نظریه و قانون مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیده اند که جنبه خلاقانه بودن علم نسبت به دو جنبه دیگر در کتاب بیشتر پرداخته شده است.

کریمی، کیانی و شمشیری (۱۳۹۷) کتاب‌های راهنمای معلم فیزیک دوره متوسطه را براساس رویکرد علم براساس همان سه جنبه (موقتی بودن، خلاقانه بودن و مقایسه نظریه و قانون) مورد بررسی قرار دادند و به همان نتیجه رسیدند که به جنبه موقتی بودن علم، مقایسه قانون و نظریه در این کتاب‌ها کمتر از جنبه خلاقیت پرداخته شده است.

اهمیت گنجاندن ماهیت علم در برنامه درسی مدرسه، غیرقابل تردید است و با این حال ادغام آن در تمرین مدرسه چالش برانگیز است زیرا کتاب‌های درسی بیشتر بر محتوای علمی سنتی تمرکز می‌کنند (مک‌دونالد و عبدالخالق ۲۰۱۷).

معلمان محتوای ماهیت علم را مانند محتوای سنتی با ارزش نمی‌دانند و تمایل به نادیده گرفتن آن دارند (هاگن-شوتزنهوفر و جوهام، ۲۰۱۸). هر هدفی که برای آموزش علوم داشته باشیم، چه تربیت دانش‌آموزان برای دانشمندان یا مهندس شدن و چه علم برای همگان در جهت تربیت شهروندان مطلوب، به نظر می‌رسد در هیچ حالتی نمی‌توان از علم‌شناسی غافل شد، زیرا علم‌شناسی بخش جدایی ناپذیر از آموزش علوم استاندارد است (سجادی، ۱۴۰۰).

مطالعه پیشینه پژوهش نشان داد که رویکرد ماهیت علم در ارائه محتوای برنامه درسی آموزش فیزیک، آن طور که باید مد نظر قرار نگرفته است. همچنین، پژوهش‌های قبلی ماهیت علم را تنها با سه جنبه موقتی بودن، خلاقانه بودن و مقایسه نظریه با قانون مورد بررسی قرار داده اند. بنابراین، با توجه به پیشرفت‌های اخیر در راستای اهمیت ماهیت علم و کمبود مطالعه کافی و دقیق در این زمینه، در پژوهش حاضر کتاب فیزیک ۲ آموزش متوسطه رشته ریاضی - فیزیک برای مطالعه مد نظر قرار گرفت. در این راستا، علاوه بر سه جنبه ذکر شده در تحقیقات اخیر ماهیت علم، نه جنبه دیگر را، همراه با سه حیطه ابزار و محصولات علم، عناصر انسانی علم و دانش علم و حدود آن (مک‌کوماس، ۲۰۲۰) در این کتاب درسی، مورد بررسی قرار خواهد گرفت. بنابراین، با توجه به رویکرد ماهیت علم مقرر شد، کتاب درسی فیزیک ۲ بر اساس فهرستی از پیش تعیین شده شامل نه جنبه ماهیت علم تحلیل و نحوه بیان آن‌ها مورد بررسی قرار گیرد. به طور روشن این پژوهش برای پاسخ به این سوال‌ها به اجرا درآمد: آیا هر جنبه ماهیت علم به طور صریح یا ضمنی (پنهان) ارائه شده است؟، آیا این جنبه‌ها آگاهانه (کامل) یا ساده (ناقص) ارائه شده است؟، آیا جنبه‌های ارائه شده ماهیت علم با مطالب قبلی سازگاری دارد؟، و اینکه در ارائه محتوا به هر کدام از جنبه‌ها تا چه میزان توجه شده است؟

### روش پژوهش

این پژوهش براساس رویکرد ترکیبی (کمی و کیفی) انجام شده و در آن از روش تحلیل محتوای کمی و کیفی استفاده شده است. محتوای کتاب فیزیک رشته ریاضی و فیزیک پایه یازدهم دوره دوم متوسطه مورد تحلیل قرار گرفت. در تحلیل محتوا، واحد تحلیل، پاراگراف در نظر گرفته شد. نمونه پژوهش شامل تمام مطالب کتاب اعم از جملات، مثال‌ها و تصاویر بود که مورد تحلیل قرار گرفت.

جدول ۱. جنبه ها و حیطه های ماهیت علم

حیطه NOS	جنبه NOS	توضیح کوتاه	استدلال علیه تصورات غلط مرتبط احتمالی
ابزار و محصولات علم	شواهد در علم حیاتی است.	شواهد (مستقیم یا استنباطی) باید برای الهام بخشیدن به تحقیقات علمی در ابتدا و هم برای حمایت از نتایج علمی وجود داشته باشد.	شواهد علمی، یک نظریه نیست و نمی توان آن را رد کرد.
ابزار و محصولات علم	روش های مشترک بسیاری در علم وجود دارد، نه روش علمی واحد.	علم روش های مشترک زیادی دارد. روش هایی مانند استنتاج، استفاده از منابع داده های متعدد، ساخت نظریه های قابل آزمایش، و ...	هیچ روش علمی استاندارد گام به گامی که همه دانشمندان برای کشف طبیعت استفاده می کنند، وجود ندارد.
ابزار و محصولات علم	خلاقیت، هر جایی در علم وجود دارد.	دو نفر با یک مشاهده ممکن است بر اساس دانش قبلی و خلاقیت خود به نتایج متفاوت برسند.	علم یک فرایند ماشینی مرحله ای نیست. بلکه مانند هنر، خلاقیت و تخیل در آن بسیار مهم است.
عناصر انسانی علم	ذهنیت و سوگیری در علم وجود دارد.	دانشمندان بیشتر چیزی را مطالعه می کنند که معمولاً پیش فرض ها و سوگیری آن ها بر اساس دانش قبلی آن ها است، که ممکن است تحقیقات آنها را محدود کند.	دانشمندان عینی تر از دیگران نیستند با این حال علم از تعصبات ذهنی جلوگیری می کند.
علم و دانش و حدود آن	جامعه و فرهنگ با علم تعامل دارند و بالعکس.	علم یک تلاش انسانی است و انسان ها با هم در تعامل اند و علم یک موضوع اجتماعی است. همچنین، بودجه کار علمی توسط دولت ها کنترل می شود.	دانشمندان نمی توانند روی هر موضوعی که علاقه دارند کار کنند. اعتبار سنجی جامعه علمی نیز ممکن است آنها را محدود کند.
علم و دانش و حدود آن	علم موقتی است.	نتایج علمی می تواند طولانی مدت باشد، اما ممکن است هنگام جمع آوری شواهد جدید تغییر کند.	نتایج علم نهایی نیستند و تفسیر علمی می تواند از طریق مکانیسم خود اصلاحی که در علم تعبیه شده تغییر کند.
علم و دانش و حدود آن	محدودیت هایی در علم وجود دارد.	چیزهایی که علم هرگز نمی تواند بداند: اولاً انجام همه مشاهدات ممکن و تضمین تمام حقایق مرتبط برای همیشه غیرممکن است، ثانیاً برخی از حوزه ها مانند: دین و اخلاق را نمی توان با ابزار علم بررسی کرد.	علم نمی تواند به طور بالقوه به همه سوال ها بپردازد و جواب مطلق ارائه نمی دهد.
علم و دانش و حدود آن	علم از مهندسی و فناوری متمایز است.	جستجوی دانش به خاطر کسب آگاهی، علم نامیده می شود. درحالی که بهره برداری از آن در تولید یک محصول تجاری، فناوری نامیده می شود.	علم و فناوری بخشی از یک رشته نیستند آن ها تعامل دارند ولی مترادف نیستند.

## ابزارها:

۱- فهرست جنبه‌ها و حیطه‌های ماهیت علم. مک کوماس (۲۰۲۰)، فهرستی شامل حیطه و جنبه‌های ماهیت علم ارائه نموده است که در این پژوهش برای جمع‌آوری داده‌ها از آن استفاده شد. جدول ۱ این حیطه‌ها و جنبه‌ها را با توضیحی کوتاه برای هر یک از آنها نشان می‌دهد.

۲- امتیازدهی برحسب روبریک. هریک از جنبه‌های ماهیت علم با توجه به امتیازدهی روبریک که برگرفته از عبدالخالق و واترز، و لی (۲۰۰۸) می‌باشد، ارزیابی شد. امتیازدهی روبریک، مجموعه‌ای از سیستم‌های نمره‌دهی است که به شما این امکان را می‌دهد که فعالیت را به طور عینی ارزیابی و اندازه‌گیری کنید. جدول ۲ روبریک امتیازدهی به جنبه‌های ماهیت علم در هر حیطه برحسب ملاک‌های صریح یا ضمنی بودن، آگاهانه (کامل) یا ساده (ناقص)، و سازگاری با مطالب قبلی در ارائه محتوا را نشان می‌دهد. امتیاز کل یک کتاب درسی بر طبق این امتیازدهی می‌تواند بین (۲۷+ و ۲۷-) باشد. هر چه امتیاز بالاتر باشد، نشان‌دهنده این است که جنبه ماهیت علم مورد نظر، بهتر در کتاب گنجانده شده است.

جدول ۲. روبریک امتیازدهی

امتیاز	شرح
+۳	صریح، آگاه، سازگار
+۲	صریح تا حدی آگاه (نمایش ناقص)، سازگار
+۱	ضمنی، آگاهانه، سازگار
۰	غائب
-۱	ضمنی (ساده‌لوحانه)
-۲	ضمنی همراه با ساده‌لوحانه صریح یا صریح با پیام‌های نامتناقص
-۳	صریح و ساده‌لوحانه

برگرفته از عبدالخالق و همکاران (۲۰۰۸)

## یافته‌ها

به منظور پاسخ به این سوال که چه میزان به جنبه‌های ماهیت علم در محتوای کتاب فیزیک ۲ آموزش متوسط رشته ریاضی-فیزیک توجه شده است، ابتدا با استفاده از جدول ۱ تعداد مراجعه به جنبه‌های ماهیت علم مشخص گردید. جدول ۳ نمونه‌هایی از ارجاعات ماهیت علم (NOS) یافت شده در کتاب درسی و نحوه ارزیابی صریح، ضمنی، آگاهانه، ساده‌لوحانه و سازگار بودن آن با مطالب قبلی را نشان می‌دهد.



جدول ۳. نمونه‌هایی از مراجعه به جنبه‌های NOS موجود در کتاب درسی فیزیک ۲

امتیاز	نمونه	جنبه NOS
+۱	قطارهای معمولی با ریل‌های آهنی در تماس‌اند، درحالیکه قطارهای مغناطیسی هنگام حرکت، چند سانتی‌متر بالاتر از ریل‌ها شناور می‌شوند و با ریل‌ها تماسی ندارند.	رابطه با تکنولوژی
-۱	در واقع تجربیات متعدد و مهم فرانکلین <sup>۶</sup> آغازگر دوره‌ای جدید در مبحث الکتریسیته بوده است.	خلاقیت
+۱	کولن <sup>۷</sup> پس از بازگشت به پاریس در سال ۱۷۸۵ میلادی 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 به قانون کولن معروف است.	قانون در علم
-۱	مایکل فاراده <sup>۸</sup> نخستین بار در میانه قرن ۱۹ میلادی روشی را برای تجسم این بردارها ارائه کرد.	خلاقیت
+۱	در سال ۱۷۹۱ لوییجی گالوانی <sup>۹</sup> استاد زیست‌شناسی و فیزیولوژی دانشگاه بولوگنا موقعی که سرگرم تشریح قورباغه‌ای در آزمایشگاهی بود، یک گیره برنجی را در نخاع جانور قرار داد و متوجه شد که پس از برخورد ماهیچه پای قورباغه با چاقوی جراحی، خصوصاً وقتی قسمت بالای چاقو با گیره تماس پیدا کند، ماهیچه به شدت منقبض می‌شود و علت انقباض ماهیچه پای قورباغه را الکتریسیته‌ای پنداشت که در بدن جانور به وجود می‌آید، اما ولتا برخلاف گالوانی عقیده داشت، منشا پیدایش این الکتریسیته از بدن جانور نیست.	ذهنیت و سوگیری در علم وجود دارد.
-۱	وان در والس 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.	خلاقیت در علم
+۳	در سال ۱۸۱۹ دانشمند دانمارکی یوهان اورستد کشف کرد که عقربه مغناطیسی در اثر عبور جریان از یک سیم رسانا منحرف می‌شود. آمپر با تکمیل آزمایش او تاثیر دو سیم رسانای حامل جریان بر یکدیگر را بررسی کرد و نتیجه گرفت وقتی جهت جریان در رساناها یکسان باشد، یکدیگر را جذب می‌کنند و چنان که جهت جریان‌ها برعکس باشند، همدیگر را دفع می‌کنند.	شواهد در علم
-۱	گاوس <sup>۱۰</sup> روش‌های تازه‌ای برای محاسبه در مکانیک سماوی به دست آورد.	خلاقیت
-۱	گوستاو کیرشهف <sup>۱۱</sup> نخستین کسی بود که واژه جسم سیاه را در سال ۱۸۶۲ به کار برد.	خلاقیت
+۲	تسلا <sup>۱۲</sup> از اینکه جریان متناوب برای اولین بار در صندلی الکتریکی به منظور اعدام مورد استفاده قرار گرفت، شدیداً ناراحت بود.	جامعه و فرهنگ تعامل دارند

6. Franklin

7. Coulomb

8. Michael Faraday

9. Luigi Galvani

10. Gauss

11. Gustav Robert Kirchhoff

12. Tesla

اطلاعات جدول ۳ نشان می دهد؛ جنبه خلاقیت در ارائه اکثر مطالب آموزشی نمره ۱- را می گیرد. زیرا اطلاعات آن به صورت صریح و آگاهانه (کامل) بیان نشده اند. به عنوان نمونه: «گاوس روش های تازه ای برای محاسبه در مکانیک سماوی به دست آورد» (سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی، ۱۴۰۱، ص ۹۰) و یا «وان در والس<sup>۱۳</sup> در سال ۱۸۷۳ نخستین پیشنهاد را برای نیروهای الکتریکی بین ذره های سازنده گاز به منظور توصیف برخی از ویژگی های گازهای غیرآرمانی و مایعات ارائه کرد» (سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی، ۱۴۰۱، ص ۳۷). در این دو مورد «روش های تازه ای» و «نخستین بار»، که اشاره به خلاقیت دارد، در هر دو جمله کاملاً مشهود است. از طرف دیگر، در هیچ یک از عبارات های بالا، روش گاوس و پیشنهاد وان در والس، به طور کامل ارائه نشده اند و منظور نویسنده به صورت پنهان و ضمنی بیان شده است. ولی جنبه شواهد در علم نمره ۳+ را می گیرد. به عنوان نمونه؛ «در سال ۱۸۱۹ دانشمند دانمارکی یوهان اورستد کشف کرد که عقربه مغناطیسی در اثر عبور جریان از یک سیم رسانا منحرف می شود. آمپر<sup>۱۴</sup> با تکمیل آزمایش او، تاثیر دو سیم رسانای حامل جریان بر یکدیگر را بررسی کرد و نتیجه گرفت؛ وقتی جهت جریان در رساناها یکسان باشد، یکدیگر را جذب می کنند و چنانچه جهت جریان ها برعکس باشند، همدیگر را دفع می کنند» (سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی، ۱۴۰۱، ص ۴۷). همانطور که می بینید در این بیانات، مطالب به طور صریح و واضح و به طور کامل (آگاه) و سازگار با جملات قبلی در کتاب ارائه شده است. بررسی جدول ۳، اطلاعاتی در مورد امتیازات مربوط به سایر جنبه های ماهیت علم و نمونه هایی از مطالب مربوطه ارائه می دهد.

در پاسخ به این سوال که چه میزان جنبه های ماهیت علم در کتاب معرفی شده اند؟ داده ها با استفاده از جدول ۲، حضور کلی هر یک از جنبه های ماهیت علم در کتاب درجه بندی شد. در مجموع ۸۳ واحد معنی مربوط به NOS در مطالب آموزشی مورد مطالعه، شناسایی شد که در جدول ۴ ارائه شده است. جدول ۴ تعداد ارجاعات NOS همراه با امتیازات در کل کتاب را نشان می دهد که براساس نوع جنبه از ماهیت علم در هر سند ارائه گردیده است.

اطلاعات جدول ۴ نشان دهنده این است که؛ امتیاز مربوط به معرفی جنبه های ماهیت علم در کتاب فیزیک متوسطه دوم از حداکثر ۲۷+ جمعا ۹+ می شود، که این امتیاز قابل قبولی نیست و تنها ۸۳ بار در تمام کتاب به نه (۹) جنبه ماهیت علم مورد بررسی در این پژوهش، اشاره شده است. دو جنبه اتکای علم بر شواهد تجربی متکی است و رابطه علم با تکنولوژی از جنبه های رایج یافت شده بود. بیشتر ارجاعات NOS مانند خلاقیت، ذهنیت، محدودیت، موقتی بودن، در کتاب به طور ضمنی اشاره می شود. رابطه تکنولوژی با علم و خلاقیت، زمانی که مورد بحث قرار می گیرد، به طور ساده لوحانه ارائه می شود. دو جنبه دیگر، نفوذ اجتماعی در علم و روش های مشترک در علم، جزء نادرترین موارد اشاره شده در کتاب هستند.

13. Van der Waals

14. Ampère

جدول شماره ۴. توزیع ارجاعات به جنبه‌های NOS در کتاب همراه با ارزیابی

جنبه‌های NOS	تعداد مراجعه	امتیاز
شواهد و مدارک	۲۱	+۳
قوانین و نظریه‌ها	۴	+۱
خلاقیت	۱۳	-۱
ذهنیت	۲	+۱
نفوذ اجتماعی و فرهنگی	۱	+۲
محدودیت	۱	+۱
روش‌های مشترک در علم	۰	۰
رابطه با تکنولوژی	۴۱	+۱
موقتی بودن	۲	+۱
جمع	۸۳	+۹

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که از منابع ضمنی کتاب درسی مرتبط به خلاقیت، و رابطه تکنولوژی با علم، فرصت‌های زیادی برای معرفی دیدگاه‌های آگاهانه درباره جنبه‌های NOS وجود دارد. این یافته با یافته‌های محمدی پور، ضرغامی و داودپناه (۱۴۰۰) و کریمی و همکاران (۱۳۹۷) در ایران همسو بوده است. بدین معنی که در کتاب‌های درسی، فرصت‌های یادگیری کمتری برای بحث در مورد ماهیت قوانین و نظریه‌ها، موقتی بودن، ذهنیت، محدودیت در علم و نفوذ اجتماعی در علم وجود دارد. درحالی‌که جنبه روش‌های مشترک در علم، عملاً وجود ندارد. همچنین یافته‌های پژوهش حاضر توسط نتایج پژوهش‌های خارجی پشتیبانی می‌شود. گایساسولا (۲۰۰۵)، با بررسی چگونگی ارائه مفهوم و تئوری‌های میدان مغناطیسی در کتاب‌های درسی سال اول فیزیک (دانشگاه)، براساس ویژگی‌های مشترک ماهیت علم، نشان دادند که علیرغم افزایش تعداد مطالعات در مورد ماهیت علم در آموزش علوم، کتاب‌های درسی فیزیک در نشان دادن ویژگی‌های ماهیت علم ناکام هستند. نیاز و مازا (۲۰۱۱) با بررسی پیامدهای مهم برای آموزش علوم نشان دادند، که کتاب‌های درسی در توسعه مفاهیم آگاهانه دانش‌آموزان از ماهیت علم نقش مهمی ایفا می‌کنند. از نظر آنها، کتاب‌های درسی منبع علاقه قابل توجهی برای معلمان علوم است. آنها اضافه نموده‌اند که اکثر کتاب‌های درسی (شیمی) منتشر شده در آمریکا بینش کمی در توسعه مفاهیم ماهیت علم ارائه کرده‌اند.

مک کوماس و همکاران گفته اند که بیشتر آموزش‌های علمی، ماهیت علمی را در بر نمی‌گیرد. آنها بر این باورند که این کاستی بزرگ در فرآیند آموزش علوم به برخی عناصر برنامه درسی از جمله هدف‌ها و محتوی علمی کتاب‌های علوم مربوط می‌شود (۲۰۰۲). لدرمن و همکاران (۲۰۱۳) معتقدند که علم به خودی خود پتانسیل ایجاد ادراکاتی از علم را در زمینه وسیع‌تر دارد که می‌تواند بر دریچه‌ای که دانش آموزان به جهان می‌نگرند، تأثیر بگذارد. مک کوماس و همکاران (۲۰۲۰) با بحث روی چالش‌های مربوط به جنبه‌های آموزشی ماهیت علم به این نتیجه رسیدند که، برای پشتیبانی از دستورالعمل‌های ماهیت علم، استفاده از تاریخ علم و تحقیق مناسب هستند.

در نتیجه می‌توان گفت به طور کلی کتاب درسی فیزیک در نمایش جنبه‌های NOS در ارائه محتوای کتاب درسی فیزیک وضعیت مطلوبی نداشته‌است و حیطة‌ها و جنبه‌ها‌های ماهیت علم را به طور آگاهانه و صریح در ارائه محتوای کتاب درسی مد نظر قرار نداده‌است. به طوری که محتوای کتاب، حیطة‌ها و جنبه‌های زیادی را در بر نمی‌گیرد. هنگامی که جنبه‌های ماهیت علم به صورت مستقیم و صریح در کتاب وجود ندارد و به طور غیر مستقیم از طریق پیام‌های ضمنی کتاب‌های درسی آموزش داده می‌شود، وظایف زیادی بر دوش معلم فیزیک گذاشته می‌شود. او باید ارجاعات ضمنی ماهیت علم را به درستی تفسیر کند و آنها را از ضمنی به صریح تبدیل نماید و دانش آموزان را در گفتگوی تاملی درباره آنها به کار گیرد. چنین چیزی ممکن است تحت تأثیر فشار زمانی برنامه درسی قرار داشته باشد. از طرف دیگر، بیشتر معلمان علوم در ایران در مورد محتوی NOS آموزش ندیده‌اند. بنابراین، به دنبال آموزش معلمان علوم، می‌توان انتظار داشت که آنها بتوانند از حداقل محتوای NOS موجود در کتاب درسی برای آموزش موثر جنبه‌های NOS استفاده کنند. با توجه به اینکه در میان حیطة‌های ماهیت علم، حیطة علم و دانش و حدود آن از بیشترین میزان مراجعه برخوردار بوده‌است و به حیطة دیگر، یعنی عناصر انسانی علم، کمتر پرداخته شده‌است، همچنین، با توجه به اینکه بیشتر ارجاعات NOS در کتاب درسی به طور ضمنی اشاره شده‌است، پیشنهاد‌های زیر ارائه می‌شود:

- به منظور توجه به ماهیت علم لازم است هر سه حیطة ماهیت علم در تدوین محتوای کتاب درسی فیزیک مورد توجه قرار گیرد.
- دانش و مهارت و نگرش حرفه‌ای معلمان برای اجرای برنامه درسی متناسب با جنبه‌های ماهیت علم مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته و آموزش مورد نیاز معلمان انجام گیرد.
- میزان توجه به جنبه‌های ماهیت علم در برنامه‌های درسی دوره‌های مختلف تحصیلی مورد بررسی قرار گیرد.

## منابع

- ابراهیمی تیرتاش، فهیمه و شیخ رضایی، حسین. (۱۳۹۶). نقد و بررسی مؤلفه‌های ماهیت علم در آموزش علم، روش شناسی علوم انسانی، ۱۶۰-۱۳۵.
- سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی. (۱۴۰۱). فیزیک (۲)- پایه یازدهم دوره دوم متوسطه - ۱۱۱۲۰۹. شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران.

- سجادی، سید هدایت. (۱۴۰۰). علم شناسی و آموزش علوم چارچوب نظری در به کارگیری تاریخ و فلسفه علم در آموزش علوم تجربی، فصلنامه تعلیم و تربیت، ۲۶-۷.
- محمدی پور، ناصر؛ ضرغامی، سعید؛ و داودپناه، محمد. (۱۴۰۰). تحلیل محتوای کتاب فیزیک ۲ دوره متوسطه با رویکرد ماهیت علم، نشریه پژوهش در آموزش علوم تجربی، شماره ۱، ۵۴-۳۸.
- کریمی، محمدحسن؛ کیانی، فرحناز؛ و شمشیری، بابک. (۱۳۹۷). تحلیل محتوای کتابهای راهنمای معلم فیزیک دوره متوسطه بر اساس رویکرد به ماهیت علم - پژوهش کیفی. پژوهشهای برنامه درسی، ۸ (۲) (پیاپی ۱۶)، ۹۷-۷۰.
- Abd-El- Khalick, F., Waters, M., & Le, A. P. (2008). Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 45(7), 835-855. <https://doi.org/10.1002/tea.20226>.
- Eisner, E. W. (2002); *The Educational Imagination* (3rd edition); Columbus: Merrill Prentice Hall.
- Guisasola, J., Almuđí, J. M., & Furió, C. (2005). The nature of science and its implications for physics textbooks: The case of classical magnetic field theory. *Science & Education*, 14(5), 321-328. DOI:10.1007/s11191-004-7936-z.
- Haagen-Schützenhöfer, C., & Joham, B. (2018). Professionalising physics teachers in doing experimental work. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 8(1), 9-34. <https://doi.org/10.26529/cepsj.333>.
- Lederman, N. G., Lederman, J. S. & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138-147.
- McComas, W. F., Almazroa, H., & Clough, M. P. (1998). The nature of science in science education: An introduction. *Science & Education*, 7(6), 511-532.
- McComas, W. F., M. P., Clough, & H. Almazroa. (2002). The role and character of the nature of science in science education. In: Mc Comas, W. F. (ed.), *The nature of science in science education rationales and strategies*. New York: Kluwer Academic Publishers:3-39//.
- McComas, W. F., Clough, M. P., & Nouri, N. (2020). Nature of science and classroom practice: A review of the literature with implications for effective NOS instruction. In W. F. McCommas (Ed.), *Nature of science in science instruction: Rationales and strategies* (pp. 67-111). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-57239-6-4>.
- McComas, W. F. (2020). Principal elements of nature of science: Informing science teaching while dispelling the myths. In W. F. McCommas (Ed.), *Nature of science in science instruction: Rationales and strategies* (pp. 35-65). Springer <https://doi.org/10.1007/978-3-030-57239-6-3>.
- McDonald, C. V., & Abd-El-Khalick, F. (2017). Representations of nature of science in school science textbooks. In C. V. McDonald & F. Abd-El-Khalick (Eds.), *Representations of nature of science in school science textbooks. A global perspective* (pp. 1-19). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315650524-1>
- Niaz, M., & Maza, A. (2011). *Nature of science in general chemistry textbooks*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-1920-0>.
- Norris, S.P., & Phillips, L.M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224 -240.
- Song, J., Chun, J., & Na, J. (2021). Why people trust something other than science. *Science & Education*, 30(6), 1387-1419. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00243-w>.