

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

# آموزش فیزیک

## بارویکرد پدیده محور

ماتیو بابروسکی، میکو کورهانن، جوکا کوتاماکی

مترجمان:

روح الله خلیلی بروجنی

مریم عباسیان

سرشناسه	: بابروسکی، متیو، ۱۹۵۵ - م. Bobrowsky, Matthew
عنوان و نام پدیدآور	: آموزش فیزیک با رویکرد پدیده محور لماتیو ابروسکی، میکو کورهانن، جوکا کوتاماکي؛ مترجمان روح‌الله خلیلی بروجنی، مریم عباسیان.
مشخصات نشر	: تهران: مدرسه، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۱۸۴ ص: مصور (رنگی).
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۰۸-۱۲۸۳-۹
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
یادداشت	: عنوان اصلی: Using physics gadgets & gizmos, grades 9-12: phenomenon-based learning, 2014.
موضوع	: فیزیک — راهنمای آموزشی (متوسطه) — فعالیت‌های فوق برنامه
موضوع	: Physics -- Study and teaching (Secondary) : Activity programs
موضوع	: فیزیک — آزمایش‌ها
موضوع	: Physics -- Experiments
شناسه افزوده	: کورهونن، میکو، ۱۹۷۵ - م.
شناسه افزوده	: Korhonen, Mikko
شناسه افزوده	: کوهتامکی، یوکا، ۱۹۸۱ - م.
شناسه افزوده	: Kohtamki, Jukka
شناسه افزوده	: خلیلی بروجنی، روح‌الله، ۱۳۵۰ - مترجم
شناسه افزوده	: عباسیان، مریم، ۱۳۵۶ - مترجم
شناسه افزوده	: : سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، مؤسسه فرهنگی مدرسه برهان (انتشارات مدرسه)
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۵ ب۲۸/۳۲۲ QC
رده بندی دیویی	: ۵۳۰/۰۷۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۵۸۴۶۵۰

## آموزش فیزیک با رویکرد پدیده محور



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی  
وزارت آموزش و پرورش

- مؤلفان: ماتيو بابروسکی - میکو کورهانن - جوکا کوتاماکي
- مترجمان: روح‌الله خلیلی بروجنی (khalily @ gmail.com) - مریم عباسیان
- ویراستاران: ناصر مقبلی - سیروان مردوخی
- طراح گرافیک: شاهرخ خره‌غانی
- حروف‌نگاری: اعظم باقری
- چاپ اول: ۱۳۹۶
- تیراژ چاپ اول: نسخه
- لیتوگرافی:
- چاپ و صحافی از:
- قیمت: ریال
- ◀ حق چاپ محفوظ است
- شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۰۸-۱۲۸۳-۹
- ISBN: 978-964-08-1283-9

- نشانی: تهران، خیابان سپهبدقزنی، پل کریمخان زند، کوچه شهید محمود حقیقت طلب، شماره ۸
- تلفن: ۸۸۸۰۰۳۲۴-۹
- دورنویس (فاکس): ۸۸۹۰۳۸۰۹



MadresehPublication



Madreseh\_Publication



www.enma.ir

# درباره نویسندگان

## ماتیو بروسکی

دکتر ماتیو بروسکی<sup>۱</sup> چند دهه است که به پژوهش و آموزش علوم مشغول است. وی چهار سال مدیر بخش سخنرانی‌های نمایشی فیزیک دانشگاه مریلند با بیش از ۱۶۰۰ نمایش علمی بوده است. افزون بر اینها وی مدتی به عنوان مسؤل برنامه بین‌المللی معلمان برجسته در دانشگاه مریلند انتخاب شد که به جایزه فولبرایت شهرت دارد. او در آنجا با میکو کورهانن آشنا شد.

تدریس ماتیو همواره بسیار خلاقانه بوده است؛ زیرا وی از شیوه‌های آموزشی اثر بخشی استفاده می‌کند که بر اساس پژوهش‌های جدید در آموزش علوم بنا شده‌اند. ماتیو به آموزش فیزیک، نجوم و حیات در کیهان هم به صورت کلاسی و هم مبتنی بر وب پرداخته است. وی برنامه درسی علوم سال آخر یک دبیرستان دولتی در مریلند را نوشته و در شورای علوم همین دبیرستان نیز مشغول به کار است. دکتر بروسکی، کارگاه‌های بی‌شماری برای معلمان علوم برگزار کرده است. همچنین سخنرانی‌های ویژه‌ای برای دانش‌آموزان برگزار کرده است و در آن‌ها به موضوع‌های مختلفی فراتر از فیزیک همچون: مقیاس کیهان، حیات در کیهان، کژفهمی‌های دانش‌آموزان و جامعه در خصوص علم، فرایند علمی و علم در برابر شبه علم پرداخته است. اغلب از وی به عنوان سخنران اصلی در مراسم‌های ویژه دعوت می‌شود. ماتیو یکی از سخنرانان رده اول<sup>۲</sup> در جشنواره علوم و مهندسی آمریکا و استاد کرسی شپلی<sup>۳</sup> در انجمن ستاره‌شناسان آمریکا

است. وی جوایز متعددی برای آموزش با کیفیت و موثر از دانشگاه مریلند و مجامع جهانی دریافت کرده است. دکتر بروسکی در پژوهش‌های خود به نجوم نظری و رصدی نیز پرداخته است. وی مدل‌های رایانه‌ای از سحابی‌های سیاره نما (ابری از گاز که از ستاره‌های پیر به بیرون گسترده می‌شود) ارائه کرده و آن‌ها را با تلسکوپ‌های زمینی و همچنین تلسکوپ فضایی هابل رصد کرده است. یکی از سحابی‌های سیاره نمایی که ماتیو آن را بررسی کرده، سحابی استینگ‌ری<sup>۴</sup> است که به کمک تلسکوپ هابل آن را کشف کرد.

## میکو کورهانن

میکو کورهانن<sup>۵</sup> مدرک کارشناسی ارشد خود را از دانشگاه فنی تمپر<sup>۶</sup> در فنلاند دریافت کرد و همان‌جا فیزیک، ریاضی، و شیوه‌های آموزش را فرا گرفت. پس از آن، وی به آموزش فیزیک، ریاضی و علوم رایانه در مدارس مختلفی در فنلاند مشغول بوده است. میکو همچنین برنامه‌های علمی زیادی را گسترش داد که باعث شد بعضی از دانش‌آموزان وی به مکان‌های علمی برجسته دنیا، از جمله رصدخانه تلسکوپ نوری نوردیک NOT در لاپالما در اسپانیا، آزمایشگاه سرن در مرز سویس و فرانسه، و رصدخانه لاموس<sup>۷</sup> در فرانسه راه پیدا کنند. اخیراً تعدادی از دانش‌آموزان وی در "مدرسه علوم آن سوی اقیانوس اطلس"<sup>۸</sup> شرکت کرده‌اند که خودش آن را بنیان نهاده است.

میکو کتاب های زیادی نیز نوشته است؛ از جمله کتابی در زمینه آزمایش های فیزیک، راهنمای مسائل فیزیک و راه حل های آن ها، مقاله ای درباره ریاضی و منطق علم رایانه و دو کتاب با همکاری جوکا کوتاماکی<sup>۱</sup> (در مورد کاربرد اسباب بازی ها برای آموزش فیزیک، یکی برای دوره متوسطه اول و دیگری برای دوره متوسطه دوم تالیف کرده است. (کتابی که در دست دارید اقتباسی از نسخه فنلاندی کتاب مربوط به دوره متوسطه دوم است.)

میکو پژوهانه های متعددی برای مدرسه و دانش آموزان خود، از جمله جوایزی از مدرسه علوم NOT و رقابت علمی Viksu و همچنین پژوهانه های شخصی از هیئت ملی علوم فنلاند و صنایع تکنولوژی بنیاد سده فنلاند و پژوهانه هایی هم برای پروژه "اسباب بازی های فیزیکی" خود دریافت کرده است. دانش آموزان وی نیز در رقابت های ملی علوم فنلاند برنده شده اند. میکو یکی از جایزه های فولبرایت در آموزش را از آن خود کرد که به سبب آن به دانشگاه مرلند رفت و با دکتر ماتیو بابروسکی آشنا شد. میکو جایزه بهترین معلم علوم از طرف صنایع فناوری بنیاد سده فنلاند<sup>۱</sup> را در سال ۲۰۱۳ میلادی به دست آورد.

برای دوره متوسطه اول و دیگری برای دوره متوسطه دوم نوشته است. (این کتاب اقتباسی از نسخه فنلاندی کتاب مربوط به دوره متوسطه دوم است.)

جوکا عضو گروهی است که زیر نظر انجمن ملی آموزش فنلاند، برنامه درسی آینده فیزیک در فنلاند را می نویسند. وی همچنین در نوشتن برنامه های درسی شیمی و علوم تجربی (شامل زیست شناسی، زمین شناسی، فیزیک، شیمی و علوم زیستی) همکاری می کند. هدف عمده او در آموزش علوم، درگیر کردن دانش آموزان در درس ها، مشارکت عملی و ذهنی آن ها، تشویق در به کارگیری خلاقیت در یافتن پاسخ ها، و مشارکت دانش آموزان در توضیح پدیده های علمی با "زبان فیزیکی" است. جوکا کوتاماکی در سال ۲۰۱۳ جایزه برترین معلم علوم را از طرف صنایع فناوری بنیاد سده فنلاند دریافت کرد.

### جوکا کوتاماکی

جوکا کوتاماکی مدرک کارشناسی ارشد خود را از دانشگاه فنی تمپر در فنلاند دریافت کرد. وی پس از آن به آموزش علوم به دانش آموزان سال های پنجم تا نهم پرداخته است. جوکا در پیشرفت حرفه ای طولانی مدت پروژه های آموزشی و پروژه هایی که کاربرد فناوری در آموزش را در بردارند شرکت کرده و همچنین با میکو کارگاه هایی برای معلم های علوم فنلاند اجرا کرده است. تألیف های وی شامل کتاب هایی برای آموزش فیزیک و علوم رایانه است. جوکا همچنین دو کتاب با همکاری میکو درباره استفاده از اسباب بازی ها در آموزش فیزیک یکی

۱- Matthew Bobrowsky

۲- Nifty Fifty

۳- Shapley Lecturer

۴- Stingray Nebula

۵- Mikko Korhonen

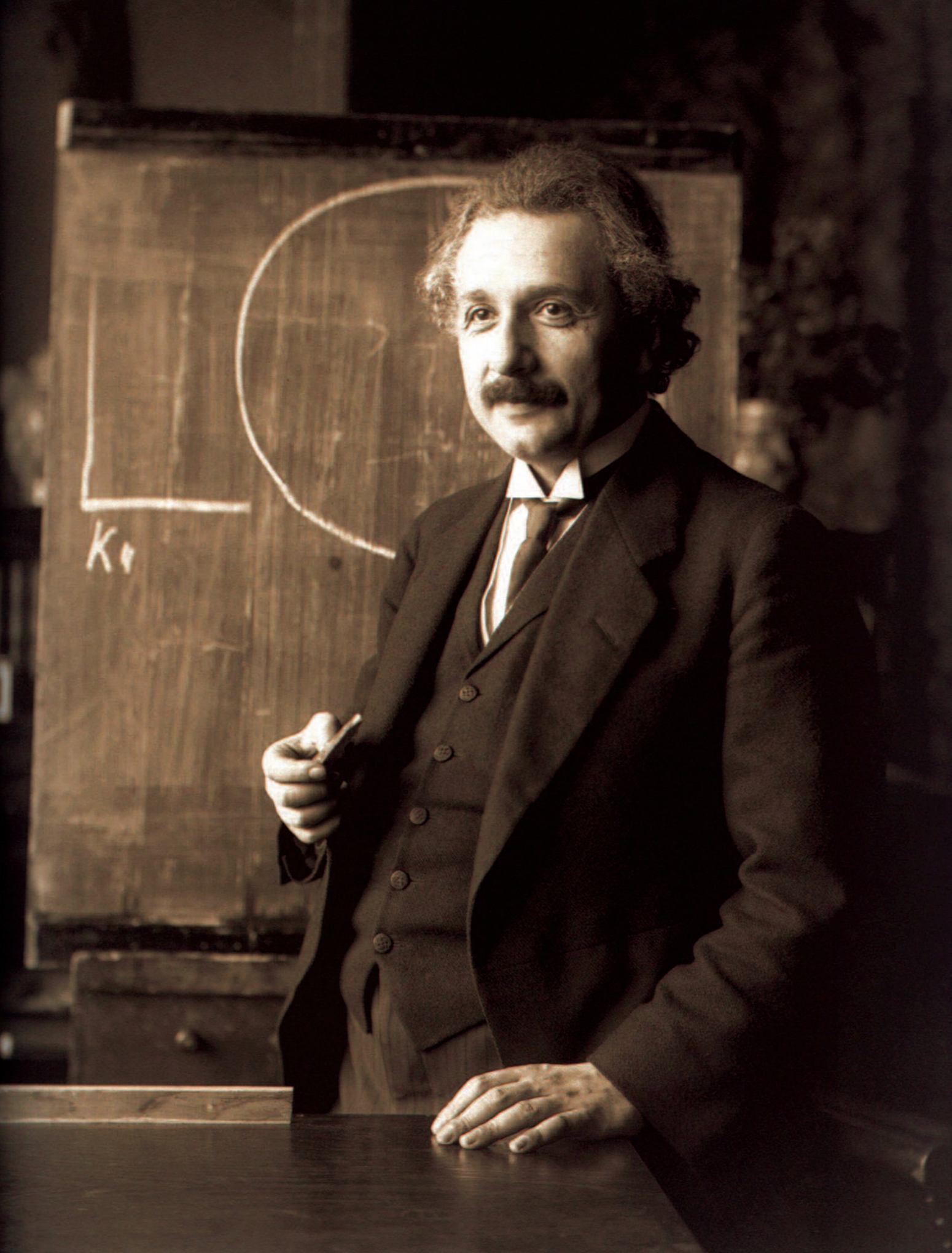
۶- Tampere

۷- LATMOS

۸- Transatlantic Science School

۹- Jukka Kohtamaki

۱۰- Technology Industries of Finland Centennial Foundation



زیباترین چیزی که می توانیم تجربه کنیم،  
«راز آمیزی» است. راز آمیزی سرچشمه  
واقعی همه علوم و هنرهاست.

آلبرت اینشتین (۱۸۷۹-۱۹۵۵)

# مقدمه‌ای بر یادگیری پدیده محور

## برای دانش آموز

آلبرت اینشتین در ۱۹۳۱ میلادی گفته است: «زیباترین چیزی که می‌توانیم تجربه کنیم رازآمیزی است. رازآمیزی سرچشمه واقعی همه علوم و هنرهاست.» این عبارت را به خاطر بسپارید تا شما را با یادگیری پدیده محور (PBL) آشنا کنیم. رویکرد آموزشی در PBL، با مشاهده یک پدیده طبیعی، گاهی اوقات با یک اسباب بازی ساده، آغاز می‌شود و آنگاه مدل‌ها و نظریه‌هایی علمی مبتنی بر این مشاهده‌ها ساخته و پرداخته می‌شود.

در علوم تجربی، پدیده‌های بسیاری هستند که درک آن‌ها در نگاه اول دشوار است. معمولاً کتاب‌های درسی فیزیک به گونه‌ای نوشته می‌شوند که ابتدا نظریه‌ها، که همان بیان ریاضی است، طرح می‌شوند و برهان‌ها، استدلال‌ها و کاربردها در مرحله بعدی ارائه می‌شوند. در این کتاب برعکس این روش، هدف این بوده است که ابتدا شما وقوع یک پدیده فیزیکی را مشاهده کنید و سپس به قدر کافی کنجکاو شوید که بخواهید بدانید: «چرا چنین چیزی رخ داده است؟» شما با ابزارها و وسیله‌های ساده‌ای آزمایش می‌کنید و از جنبه‌های مختلف به آن فکر می‌کنید. درک کامل یک مفهوم، می‌تواند گام‌های متعددی داشته باشد، که هر گام شناخت عمیق تری از آن موضوع و مفهوم را فراهم می‌کند. در بعضی موارد، لازم است خودتان پژوهش‌های بیشتری انجام دهید تا برخی مفاهوم‌ها و عبارات را درک کنید. درست مثل دانشمندان واقعی، می‌توانید از دیگر همکلاسی‌هایتان نیز کمک بگیرید (یا

به آن‌ها کمک کنید). رویکرد این کتاب به آموزش فیزیک، بر مبنای کنجکاوی و نوآوری و گشودن راهی شوق انگیز و سرگرم کننده برای یادگیری فیزیک است.

## برای معلم

رویکرد آموزشی این کتاب، یادگیری پدیده محور (PBL) است؛ به این معنا که یادگیری بر مبنای مشاهده پدیده‌های جهان واقعی (در این کتاب برخی اسباب بازی‌ها و وسیله‌های جالب) انجام می‌گیرد. این شیوه همچنین از راهنمایی‌های همکلاسی‌ها یا اعضای گروه سود می‌برد و پژوهش‌ها نشان می‌دهد در مقایسه با آموزش به شیوه سنتی و متعارف، یادگیری بیشتری به دنبال دارد. در یادگیری پدیده محور، دانش‌آموزان به طور گروهی دست به فعالیت و کاوش می‌زنند: فعالیت‌ها و تمرین‌ها در گروه انجام می‌شوند و نتیجه‌گیری‌های دانش‌آموزان از مشارکت گروهی بر می‌آیند. معلم، گروه‌ها را تشویق و راهنمایی کرده و در انتها، نتیجه‌ها را راستی آزمایی و تایید می‌کند. در یادگیری پدیده محور، مفهوم‌ها و پدیده‌ها از زاویای متفاوتی بررسی می‌شوند که هر یک، تکه‌ای از پازلی هستند که سرانجام تصویر بهتری از آنچه که در واقع رخ می‌دهد، در اختیار دانش‌آموزان می‌گذارد.

فعالیت‌های این کتاب برای هدف‌های متفاوتی قابل استفاده‌اند. توضیح کوتاهی برای نحوه دستیابی به این پدیده‌ها، در مقدمه هر فصل آمده است. پیش از آن که دانش‌آموزان با ابزارها و وسیله‌هایی که در اختیار دارند،

پدیده‌ای را مشاهده کنند، این توضیح و پرسش‌ها، می‌تواند مایه و پایه بحث‌های کلاسی و ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان را فراهم کند. برای مثال، می‌توانید از دانش‌آموزان بپرسید که در کجای زندگی روزمره می‌توانیم این پدیده را ببینیم یا مشاهده کنیم؟

یادگیری پدیده محور، یک شیوه آموزشی مستقل نیست؛ بلکه روشی است که می‌تواند تصویر کامل‌تری از پدیده‌ها در اختیار ما بگذارد. روش PBL شامل اجزایی است که ممکن است آن‌ها را در شیوه‌های آموزشی دیگری همچون یادگیری مبتنی بر کاوشگری، حل مسئله یا پروژه که با فعالیت‌های عملی ساده همراه شده باشند نیز دیده باشید. در آموزش فیزیک به شیوه سنتی خیلی عادی است که یک پدیده را به بخش‌های کوچک و جداگانه تقسیم کنیم و هر بخش را به طور جدا از هم بررسی کنیم، به طوری که ارتباطی بین آن‌ها مشاهده نشود. در رویکرد PBL مرزهای مصنوعی بین پدیده‌ها ترسیم نمی‌کنیم. در عوض، سعی می‌کنیم به پدیده فیزیکی به طور کلی نگاه کنیم.

یادگیری پدیده محور (PBL)، متفاوت از یادگیری پروژه محور<sup>۱</sup> (PBL) یا یادگیری حل مسئله<sup>۲</sup> (PBL) است. در یادگیری پروژه محور، به دانش‌آموز پروژه‌ای داده می‌شود که در برگیرنده زمینه‌ای برای یادگیری است. مشکل این روش این است که دانش‌آموز صرفاً از روی کنجکاوی روی این پروژه کار نمی‌کند، بلکه به خاطر این که معلمش از او خواسته است این پروژه را انجام می‌دهد. برای این که اجرای پروژه صرفاً به عنوان یک تکلیف یا یافتن پاسخی برای یک پرسش یا مسئله دیده نشود، از یادگیری پدیده محور استفاده می‌کنیم تا کنجکاوی ذاتی دانش‌آموزان، انگیزه‌ای برای یادگیری آن‌ها شود. در این رویکرد، دانش‌آموزان با مشاهده یک پدیده جالب، نه تنها علاقه مند به دانستن درباره اتفاقی می‌شوند که رخ می‌دهد، بلکه درگیر حل یک مسئله یا یافتن پاسخ یک پرسش نیز می‌شوند. این روشی کارآمد و اثر بخش است، چون علاقه و

انگیزه تنها از محتوا ایجاد نمی‌شود؛ بلکه با کشف جذابیت‌های نهفته در یک پدیده توسط دانش‌آموزان به وجود می‌آید. مشاهده یک پدیده توسط دانش‌آموزان، همواره جالب‌تر و به یاد ماندنی‌تر از خواندن مفاهیم و نظریه‌ها درباره یک موضوع یا مسئله است.<sup>۳</sup>

هدف یادگیری پروژه محور این است که دانش‌آموزان محصولی را تولید کنند؛ مطلبی را ارائه دهند یا عملکردی را به نمایش بگذارند. در حالی که در یادگیری پدیده محور، چنین الزامی وجود ندارد و دانش‌آموزان به سادگی از کاوش و کشف لذت می‌برند. این ماهیت علم است و منطبق بر مبانی فلسفی نسل آتی استانداردهای علوم<sup>۴</sup> است. به جای اینکه دانش‌آموزان فقط حقایق و مفاهیمی را حفظ کنند که به سرعت فراموش می‌شوند، علم را به صورت واقعی درک می‌کنند. آن‌ها درگیر کارگروهی، بحث و گفت‌وگو و تفکر نقادانه می‌شوند. از این طریق دانش‌آموزان درک عمیق‌تری از مفاهیم و نظریه‌های علمی به دست می‌آورند و کاربرد واقعی آن‌ها را می‌بینند و این درست همان چیزی که در نسل آتی استانداردهای علوم<sup>۵</sup> در نظر گرفته‌اند.<sup>۶</sup>

هدف یادگیری پدیده محور، فعال کردن ذهن دانش‌آموزان با مشاهده برخی پدیده‌ها و بحث و گفت‌وگوی گروهی بین آن‌هاست. در بیشتر موارد عملکرد یک وسیله یا ابزار، به معلمان کمک می‌کند تا کژفهمی‌های دانش‌آموزان را نیز بیابند. توجه مستقیم به کژفهمی‌ها مهم است، زیرا اگر این کژفهمی‌ها در فرایند آموزش اصلاح نشوند بسیار ماندگارند و در جاهای دیگر دانش‌آموزان از آن‌ها استفاده می‌کنند و سبب درک و قضاوت نادرست آن‌ها می‌شوند. معمولاً یک روش مؤثر برای اصلاح کژفهمی‌ها و باورهای نادرست دانش‌آموزان، حل مسائل، آزمایش کردن، اندیشیدن و بحث گروهی است تا سرانجام بتوانند خودشان به این نتیجه برسند که کژفهمی‌ها و باورهای نادرست با آنچه در دنیای واقعی مشاهده می‌کنند، منطبق نیست.



همچنین باید توجه داشته باشیم که دانش‌آموزان نمی‌توانند به تنهایی تمامی مفهومی‌ها و قانون‌های فیزیک را از نو بسازند، مگر این که خوش شانس باشید و یکی از شاگردان شما نیوتون یا اینشتین بعدی باشد! بدون تردید، دانش‌آموزان به حمایت، آموزش و راهنمایی نیاز دارند. دانش‌آموزان در حین آزمایش و یادگیری به بحث‌های کیفی (برای ساختن مفهوم‌ها) و بحث‌های کمی (برای آموزش فرایند اندازه‌گیری و انجام محاسبه‌های مفید) نیاز دارند. سر و کار داشتن با هر دوی اینها، ماهیت علم فیزیک را نمایان می‌سازد.

وقتی اولین بار به این کتاب نگاه می‌کنید، ممکن است از این که متن قابل توجهی در آن وجود ندارد، تعجب کنید. این تعمدی است. ایده اصلی این کتاب و رویکرد به کار رفته در آن، بر اندیشه‌ورزی بیشتر دانش‌آموزان و سخنرانی کمتر معلم استوار است. افزون بر این، به خاطر داشته باشید که فرایند اندیشه‌ورزی و یادگیری، نوعی رقابت نیست. برای یادگیری و درک واقعی یک نظریه، لازم است دانش‌آموزان وقت کافی بگذارند و فکر کنند... و باز هم بیشتر فکر کنند. بنابراین مطمئن شوید که برای فرایندهای شناختی وقت کافی به آن‌ها داده اید. برای مثال، آزمایش اول (نیروی فشار) تنها در چند ثانیه مشاهده می‌شود اما برای این که دانش‌آموزان درباره‌ی این پدیده بیندیشند و آن را درک کنند، لازم است درباره‌ی مفاهیم فیزیکی با دیگر اعضای گروه بحث کنند، با استفاده از «زبان فیزیک» تمرین کنند و به درک عمیقی از این پدیده برسند - که ممکن است ۲۰ دقیقه به طول بیانجامد. در طول این مدت دانش‌آموزان می‌توانند به موقعیت‌های واقعی زندگی که این پدیده در آن نقش اساسی دارد، فکر کنند. پس از آن می‌توان این نمونه‌ها را برای بحث کلاسی در کل کلاس مطرح کرد.

همچنین پی خواهید برد که پرسش‌ها یا آزمون‌های معمول در این روش وجود ندارد. راه‌های دیگری برای ارزیابی

دانش‌آموزان در فعالیت‌ها وجود دارند؛ به عنوان مثال: اول، دقت کنید که تاکید روی پاسخ «درست» دادن نیست. معلمان نباید به پرسش‌ها پاسخ دهند و به اصطلاح راه میان بر را به دانش‌آموزان نشان دهند - این کار به دانش‌آموزان فرصت نمی‌دهد بفهمند علم واقعا چگونه کار می‌کند. هنگام نگاه کردن به پاسخ‌های دانش‌آموزان، نکته‌های زیر را در نظر بگیرید: آیا دانش‌آموزان بر مبنای شواهد نتیجه‌گیری می‌کنند؟ آیا نظر خود را با دیگر دانش‌آموزان گروه در میان می‌گذارند؟ حتی اگر دانش‌آموزی نظر اشتباهی دارد، اگر دلایل و شواهدی برای اثبات نظر اشتباه خود دارد، رویکرد درستی را دنبال می‌کند. پس از این که تمام اعضای یک گروه با هم توافق کردند و به شما می‌گویند چه اتفاقی رخ خواهد داد، می‌توانید شک یا پرسش خود در مورد توضیح دانش‌آموزان مطرح کنید و از آن‌ها بخواهید دلیل خود را توضیح دهند یا این که درباره‌ی آن بیشتر بحث کنند. مشارکت دانش‌آموزان به عنوان پژوهشگران علمی و توانایی آن‌ها در ارائه دلیل‌ها برای توجیه خود، شاخصی کلیدی در درک درست دانش‌آموزان از فرایند علم است.

رویکرد PBL دانش‌آموزان را برای ثبت و نوشتن آنچه در فعالیت‌ها رخ می‌دهد، تشویق می‌کند. دانش‌آموزان باید نحوه‌ی انجام آزمایشی را که درگیر آن هستند (که ممکن است در بین گروه‌ها متفاوت باشد)، نظرات خود درباره‌ی پدیده‌ای که درباره‌ی آن در حال تحقیق اند (از جمله نظرات درست و نادرست)، کدام آزمایش‌ها و مشاهده‌ها نشان داده‌اند که نظرات نادرست، اشتباه بودند، و همچنین پاسخ‌هایی که به پرسش‌های هر پژوهش و آنچه که در نتیجه‌ی این پژوهش آموخته‌اند را بنویسند. ممکن است دانش‌آموزان بخواهند ویدیویی از این آزمایش تهیه کنند. از این ویدیو به عنوان مرجعی برای کارهای بعدی، و همچنین برای نشان دادن به اعضای خانواده و دوستان می‌تواند استفاده کند. آیا این عالی نیست که دانش‌آموزان بیرون از

کلاس درس درباره علوم صحبت کنند؟

پاسخ برخی از پرسش‌هایی که از دانش‌آموزان پرسیده می‌شود دشوار است. اینجا دوباره دانش‌آموزان به حسی از قلمرو ثبت نشده کشفیات در دانشمندان واقعی می‌رسند. یک دانش‌آموز ممکن است توضیح نادرستی ارائه دهد. دیگر دانش‌آموزان گروه ممکن است اصلاحاتی را پیشنهاد کنند یا اگر کسی این کار نکند، آزمایش‌های بیشتر با راهنمایی معلم می‌تواند آن‌ها را به مسیر درست هدایت کند. دانش‌آموزان درست مانند دانشمندان می‌توانند برای اینکه ببینند دیگران درباره پدیده مورد نظر می‌دانند، پژوهش (امروزه از طریق اینترنت) انجام دهند. بنابراین راه‌های بسیاری برای برطرف کردن کژفهمی‌ها وجود دارد که برعکس در اختیار گذاشتن پاسخ پرسش، منجر به درک عمیق‌تر می‌شود. راهنمایی معلم می‌تواند شامل در اختیار گذاشتن ایده‌هایی درباره آنچه باشد که هنگام انجام آزمایش باید مشاهده کنند و دادن مثال‌هایی برای شرایط دیگر که در آن‌ها پدیده مشابهی رخ می‌دهد. اگرچه بسیاری از ایده‌های نادرست در بحث‌های گروهی ماندگار نخواهند ماند؛ اما معلم باید فعالانه بحث‌های گروهی را زیر نظر بگیرد و اطمینان حاصل کند که دانش‌آموزان از مسیر اصلی چندان دور نشده‌اند و در مسیر دستیابی به درک بیشتر هستند. تحلیلی از فیزیک نهفته در هر فعالیت را برای تمرکز راهنمایی‌های شما در اختیاران قرار داده‌ایم.

نخست با کشف و در قدم بعدی رسیدن به درک نظری، دانش‌آموزان مانند دانشمندان واقعی کار می‌کنند. هنگامی که دانشمندان روی یک پدیده جدید کار می‌کنند، ابتدا با تبیین روبه‌رو نمی‌شوند و باید خودشان به این تبیین برسند. و این دقیقاً چیزی است که دانش‌آموزان در PBL انجام می‌دهند. دانشمندان به طور گسترده‌ای با یکدیگر همکاری می‌کنند؛ و این همان کار گروهی است

که دانش‌آموزان در اینجا انجام می‌دهند. تمامی واژه‌ها و مفهومی‌ها به تفصیل شرح داده نشده‌اند؛ هدف این کتاب شرح و توضیح نیست. دانش‌آموزان مانند دانشمندان واقعی می‌توانند اطلاعاتی را که لازم دارند، در یک کتاب مرجع فیزیک پیدا کنند. چیزی که ما ارائه داده‌ایم، رویکرد PBL است که در آن دانش‌آموزان ابتدا یک موضوع را کشف می‌کنند و برانگیخته می‌شوند تا رویکردهای خلاقانه‌ای را برای رسیدن به پاسخ‌ها پیگیری کنند و در این میان لذت هم ببرند.

### PBL در فنلاند

نظام آموزشی فنلاند زمانی مورد توجه قرار گرفت که برنامه بین‌المللی ارزیابی دانش‌آموزان PISA نشان داد که دانش‌آموزان فنلاندی در سطح‌های تسلط بر علوم، بین برترین‌ها بودند. فنلاند در سال ۲۰۰۹ در میان ۷۴ کشور رتبه دوم علوم و رتبه سوم خواندن را کسب کرد. (ایالات متحده به ترتیب رتبه‌های ۲۳ و ۱۷ را به دست آورد.) در سال ۲۰۱۲ فنلاند رتبه پنجم علوم و رتبه ششم خواندن را از آن خود کرد. (ایالات متحده به ترتیب رتبه ۲۸ و ۲۴ را به دست آورد.) فنلاند امروزه به عنوان یک رهبر بزرگ بین‌المللی در علوم دیده می‌شود و کارکرد آن به خصوص به خاطر یکنواختی چشمگیر در کلیه مدارس این کشور مورد توجه است. هیچ کشور دیگری چنین تغییرهای مختصری در نتیجه‌های مدرسه‌ها نداشته و فاصله بین مدرسه‌ها بین برترین و ضعیف‌ترین دانش‌آموزان نیز بسیار مختصر است. به نظر می‌رسد مدرسه‌های فنلاندی، بدون در نظر گرفتن سابقه خانوادگی یا موقعیت اجتماعی-اقتصادی به خوبی به تمام دانش‌آموزان خدمت می‌کنند. اخیراً آموزشگران آمریکایی و رهبران سیاسی حتی به فنلاند سفر کرده‌اند تا راز موفقیت آن‌ها را دریابند.

رویکرد PBL، یکی از جمله رویکردهایی است که در

و مناسبی دارند که برای تجربه ایمن لازم است رعایت شوند. قبل از وقوع هر فعالیتی، دانش‌آموزان باید در زمینه ایمنی و ارزیابی خطرهای آموزش ببینند و فرم اطلاع از آسیب‌های احتمالی را (به همراه والدین یا سرپرست خویش) به همراه تاریخ امضا کنند.

- ۱- Project Based Learning
- ۲- Problem Based Learning
- ۳- McNeil 2013; Verley 2008; Gray et al. 2008
- ۴- Next Generation Science Standards
- ۵- NGSS
- ۶- Jones 2007; Lucas 1990; McDade 2013
- ۷- Inquiry Based Learning

کنار رویکردهای دیگری همچون کاوشگری<sup>۷</sup>، حل مسئله و پروژه توسط معلمان فنلاندی می‌تواند انتخاب شود. به جای حفظ کردن مفاهیم یک کتاب درسی، ایده اصلی این رویکرد، روی آموزش مفهوم‌های کلی تر و تقویت مهارت اندیشیدن و فکر کردن استوار است.

### استفاده نویسنده از ابزار و اسباب بازی ها

دکتر ماتیو بابروسکی سال‌هاست که اساس آموزش خود را بر استفاده از اسباب بازی‌ها بنا کرده است. وی همچنین از آن‌ها برای نمایش‌های هدفمند عمومی و برنامه‌های مدرسه استفاده می‌کند. دو مؤلف دیگر این کتاب، روش PBL را برای آموزش در فنلاند به کار برده‌اند. رویکرد آن‌ها نمایش پدیده‌های فیزیکی به دانش‌آموزان است تا دانش‌آموزان ایده‌های خود را از آنچه در پدیده رخ می‌دهد، به صورت فردی و در گروه‌های کوچک بسازند. دانش‌آموزان با اندیشیدن و فکر کردن به درک و شناخت می‌رسند و سپس پیشرفت می‌کنند. در مورد هر پدیده چندین دیدگاه متفاوت وجود دارد که دانش‌آموزان می‌توانند از آنجا شروع کنند و با پژوهش گام به گام، تصویر بزرگ تری از درک خود را نسبت به پدیده شکل دهند. معلم تنها به مثابه رهبری عمل می‌کند که دانش‌آموزان را در مسیر درست هدایت می‌کند. PBL رویکردی است که نه تنها برای آموزش موثر است؛ بلکه برای معلم و دانش‌آموزان نیز لذت و جذابیت بیشتری به دنبال دارد.

### نکته‌های ایمنی

فعالیت‌های عملی در کلاس‌های علوم و آزمایشگاه‌ها کمک می‌کنند که یادگیری لذت بخش باشد. برای این که فعالیت‌ها ایمن تر باشند، احتیاط‌های ویژه‌ای باید بر اساس استانداردهای قانونی و بهترین فعالیت‌های حرفه‌ای رعایت شوند. در این کتاب فعالیت‌ها، نکته‌های ایمنی مهم