



دوره درسی علوم فیزیکی در نسل جدید استانداردهای آموزش علوم

آرزو رضوی

کارشناس ارشد آموزش فیزیک، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

آزیتاسیدفدایی

دکترای آموزش فیزیک

چکیده

در این مقاله، برنامه درسی فیزیک براساس چارچوب مفهومی جدید استانداردهای آموزش علوم بررسی شده است، استانداردهای جدید آموزش علوم که توسط فرهنگستان ملی علوم آمریکا در سال ۲۰۱۳ تهیه شده است، در طراحی این چارچوب برای دانش‌آموزان در طی دوره دوازده ساله تحصیلی مورد استفاده قرار گرفته است. در این برنامه به سه بعد مهم توجه شده است که عبارت‌اند از: روش‌های علمی و کاوشگرانه در یادگیری علم، درک و شناخت مفاهیم بنیادین علم، موضوع‌ها و عناوین علمی لازم برای آموزش. از آنجا که برنامه نسل جدید استانداردها با انجام تحقیقات گسترده و بر پایه آخرین یافته‌ها در امر آموزش وضع شده است، بررسی ابعاد و چارچوب‌های مهم استانداردهای آموزش می‌تواند در گسترش دیدگاه معلمان و پژوهشگران و صاحب‌نظران امر آموزش علوم در زمینه طراحی روش‌های آموزش علم توأم با کند و کاو و بررسی مفاهیم بنیادین و مشترک بین علوم مختلف و برنامه‌ریزی برای انتخاب و یا حذف برخی از موضوع‌ها و عناوین درسی مفید باشد.

کلیدواژه‌ها: علوم فیزیکی، استانداردهای آموزشی، آموزش، علوم، دانش‌آموزان.

۱. مقدمه

در چارچوب مفهومی استانداردهای جدید آموزش علوم، که بر پایه تحقیقات وسیع در زمینه یاددهی و یادگیری علوم صورت گرفته است، از علم و فناوری به‌عنوان واقعیت‌هایی مهم در زندگی کنونی بشر یاد شده است، ولی متأسفانه بیشتر مردم شناخت درستی از آن‌ها ندارند. هدف اصلی آموزش علوم در این چارچوب این است که دانش‌آموزان پس از ۱۲ سال تحصیل، شناخت درستی از شگفتی و زیبایی علم و دانش کافی از علم و فناوری داشته باشند تا بتوانند در بحث عمومی مربوط به علم شرکت کنند. آن‌ها باید از علم و فناوری در زندگی روزمره به خوبی استفاده کنند و یادگیری را بعد از مدرسه ادامه دهند. افراد باید مهارت کار کردن در حرفه‌های وابسته به علوم و مهندسی و فناوری را پس از اتمام تحصیل داشته باشند. [۱]

این چارچوب مفهومی نسل جدید استانداردهای آموزش علوم را متخصصان و پژوهشگران آموزش علوم پایه‌گذاری کرده‌اند. آن‌ها معتقدند سه بعد اصلی که آموزش علوم باید بر مبنای آن بنا شود عبارت‌اند از: روش‌های علمی و مهندسی، مفاهیم علمی پایه و میانبری که مطالعات علوم و مهندسی را به هم می‌پیوندد. عناوین مطرح علمی در چهار رشته شامل: علوم فیزیکی (فیزیک و شیمی)، علوم زیستی، علوم زمین و فضا و مهندسی و فناوری و کاربرد علوم.

یکی از پایه‌های اساسی تدوین نسل جدید استانداردها، طراحی مباحث آموزشی و عناوین مطرح در شاخه‌های مختلف علوم است. به‌عنوان مثال در استانداردهای آموزش علوم، عناوین درسی در علوم فیزیکی که یکی از چهار رشته اصلی علوم است بررسی شده است. در این مقاله عناوین و موضوع‌های درسی مربوط به علوم فیزیکی و توالی و محتوای آموزشی پیشنهاد شده، در نسل جدید استانداردهای آموزش علوم برای تدریس مفاهیم این رشته بررسی شده است. با بررسی و مطالعه عناوین درسی در علوم فیزیکی در نسل جدید استانداردهای آموزش علوم راه برای طراحی آموزشی براساس نیازهای بومی در کشورمان هموارتر خواهد شد. از آنجا که نسل جدید استانداردهای آموزش علوم با انجام تحقیقات بسیار گسترده و برپایه آخرین یافته‌ها در امر آموزش و یادگیری تدوین شده است، بررسی ابعاد مهم آن می‌تواند در دیدگاه آموزشگران و صاحب‌نظران امر آموزش در کشور ما مفید باشد.

تعاریف

۱-۲ استانداردهای آموزشی

استاندارد مدرکی است دربرگیرنده قواعد راهنمایی‌ها یا ویژگی‌هایی برای فعالیت یا نتایج آن‌ها که به منظور استفاده عمومی و مکرر از طریق هم‌رایی فراهم و به وسیله سازمان شناخته شده‌ای تصویب شده باشد و هدف از آن دستیابی به میزان مطلوبی از نظم در یک زمینه خاص است. [۲]

استانداردهای آموزشی را می‌توان سامانه‌ای در نظر گرفت که کنترل کیفی فعالیت و خدمات ارائه شده از سوی آموزش و پرورش را برعهده دارد.

۲-۲ نسل جدید استانداردهای آموزش علوم (NGSS):^۲

۱۵ سال بعد از اینکه استانداردهای آموزش در سال ۱۹۹۶ برای ریاضیات و زبان انگلیسی در نظر گرفته شد، تصمیم گرفتند استانداردهای مشترکی برای آموزش علوم از کودکستان تا کلاس دوازدهم (K-۱۲) تدوین کنند. در یک فرایند طولانی که از سال ۲۰۱۱ آغاز شد سرانجام در آوریل ۲۰۱۳ استانداردهایی در آموزش علوم در ایالات متحده منتشر شد که به نسل جدید استانداردهای آموزش علوم معروف است. [۱]

۲-۳ چارچوب مفهومی:

فرایند تدوین نسل جدید استانداردها شامل ۲ مرحله است. ایجاد چارچوب مفهومی و گسترش استانداردها بر مبنای چارچوب. [۳] برای این منظور کارگروهی از متخصصان و کارشناسان تشکیل شد و دیدگاه‌های کمیته در مورد آموزش علوم، مهندسی و فناوری که مورد نیاز قرن ۲۱ است در قالب یک چارچوب مفهومی گسترش یافت.

در چارچوب مفهومی از توالی موضوع‌ها و محتوای یادگیری مورد نیاز دانش‌آموزان بحث شده است تا در اختیار طراحان و برنامه‌ریزان درسی و ارزشیابی قرار گیرد. [۱]

۲-۴ روش‌های علمی و مهندسی

روش‌های علمی و مهندسی روش‌های کندوکاو یا کاوشگری هستند که امکان درک پدیده‌ها و کشف علمی را فراهم می‌کند. بر این اساس روش‌های علمی و کاوشگری فراگیر وارد فرایند یادگیری علم می‌شود. این روش‌ها از مشاهده، طبقه‌بندی، فرضیه‌سازی، اندازه‌گیری ... آغاز می‌شود و تا استنتاج و تعامل در درک علمی پیش می‌رود.

۲-۵ مفاهیم بنیادین

در چارچوب استانداردهای آموزش علوم، مفاهیم کلی‌ای که دانش‌آموزان لازم است بدانند تا پدیده‌های مختلف را تحلیل کنند، به‌عنوان مفاهیم بنیادین تعریف شده است.

الگوها، مدل‌ها، دستگاه و مدل‌های دستگاه، انرژی و ساختار و عملکرد نمونه‌ای از مفاهیم بنیادین هستند.

مفاهیم بنیادین توانایی این را دارند که به دانش‌آموزان کمک کنند تا وحدت علوم را درک کنند. به‌طور مثال انرژی یک مفهوم بنیادین است، مفهوم انرژی در زیست‌شناسی، فیزیک، زمین‌شناسی و مهندسی یکسان است. در تمامی این شاخه‌ها به‌دنبال پاسخ به این پرسش هستیم که انرژی از کجا آمده است، چطور از آن استفاده می‌شود و کجا می‌رود؟

مفاهیم بنیادین باعث می‌شوند دانش‌آموزان درک بهتری از روش‌های علمی و کاوشگری داشته باشند. زیرا مفاهیم بنیادین، جنبه‌های بنیادی طبیعت را مشخص می‌کنند و دورنمایی برای دستیابی به روش‌های علمی و کاوشگری در وصول به آن‌ها را ایجاد می‌کنند تا بشر به درک آن‌ها برسد. در واقع رسیدن به درک مفاهیم بنیادین مختلف، با روش‌های علمی و کاوشگرانه امکان‌پذیر است و در چارچوب مفهومی

استاندارد
مدرکی است
در برگیرنده
قواعد
راهنمایی‌ها یا
ویژگی‌هایی
برای فعالیت
یا نتایج آن‌ها
که به منظور
استفاده عمومی
و مکرر از
طریق هم‌رایی
فراهم و به
وسیله سازمان
شناخته شده‌ای
تصویب شده
باشد

استانداردهای آموزش علوم مفاهیم بنیادین با روش‌های علمی و کاوشی خاص خود ارائه شده‌اند.

به‌عنوان مثال وقتی دانش‌آموزان براساس روش‌های علمی و کاوشگرانه یک پدیده را بررسی و مشاهده می‌کنند، داده‌های یک آزمایش را تجزیه و تحلیل می‌کنند به دنبال الگویی هستند که با فرضیه‌سازی و انجام تحقیق، به روابط علت و معلولی بین پدیده‌ها آگاه می‌شوند و براساس استفاده از مدل‌ها به یکی از مفاهیم بنیادین دست می‌یابند.

۲-۶ عناوین و موضوع‌های علمی

عناوین موضوع‌های علمی، مفاهیم پایه‌ای در هر رشته علمی هستند که دانش‌آموزان پس از گذراندن دوره دبیرستان باید اطلاعاتی در مورد آن‌ها داشته باشند. به‌طور مثال امواج در فیزیک و چرخه زندگی اکوسیستم‌ها در علوم زیستی. چارچوب استانداردها روی تعداد محدودی از عناوین درسی در علوم و مهندسی تمرکز دارد. این محدودیت اجازه می‌دهد که زمان بیشتری برای معلمان و دانش‌آموزان برای بررسی هر موضوع درسی وجود داشته باشد. حذف عنوان موضوع‌های درسی جزئی باعث تسلط روی اهداف اصلی می‌شود. کاهش تعداد عناوین درسی باعث می‌شود زمان کافی برای دانش‌آموزان وجود داشته باشد تا در تحقیقات و پژوهش‌های علمی شرکت کنند.

۳. بررسی چارچوب استانداردهای آموزش علوم
علوم و مهندسی، قسمت مهمی از فرهنگ بشری هستند که اوج موفقیت و سیطره انسان بر جهان طبیعی را بیان می‌کنند و از راه‌های بنیادی زندگی انسان را بهبود می‌بخشند. [۱]
هدف از آموزش علوم تولید نسل بعدی دانشمندان نیست. امروزه در سطح دنیا با مسائلی مثل منابع محدود انرژی، تولید غذا، تغییرات ژنتیکی و دیگر موضوع‌هایی روبه‌رو هستیم که نیاز به مردمی با سواد علمی دارد تا در مواقع لازم تصمیم‌گیری‌های درستی داشته باشند. [۲]
آموزش علوم است که هدف آن بیشتر تسلط بر محتوا و مهارت است. همچنین شامل فهم ماهیت علم، چگونگی پیشرفت در علم و تأثیرگذاری آن بر زندگی ما است. [۳]
تدوین استانداردهای ملی برای آموزش، بخشی از سیاست‌های ارتقای کیفیت آموزشی در ایالات متحده آمریکا برای رسیدن به سواد علمی بوده است.
اولین نسل از استانداردها در سال ۱۹۹۶ بر پایه دو هدف، علم برای همه و تدوین معیارهای سواد علمی تدوین شد.

چند سال بعد هنگامی که تعداد زیادی از ایالات استانداردهای مشترکی در ریاضیات و زبان اتخاذ کردند، فرصتی برای این تفکر ایجاد شد که استانداردهای مشترکی برای آموزش علوم از کودکان تا کلاس دوازدهم نیز ایجاد شود.

برای این پروژه دو گام اساسی تعریف شد. اول، ایجاد یک چارچوب به‌وسیله مجمع تحقیق ملی (NRC) [۲] و دوم ایجاد نسل جدید استانداردهای آموزش علوم (NGSS) بر پایه چارچوب. [۳]

گام اول ایجاد یک چارچوب مفهومی بود. این چارچوب به وسیله کمیته‌ها و افراد خبره و آگاه زیادی تدوین شد و بارها به نظرسنجی عمومی گذاشته شد تا سرانجام در سال ۲۰۱۱ منتشر شد تا در اختیار طراحان نسل جدید استانداردهای آموزش علوم قرار گیرد و سند مهمی برای مدیران آموزشی، برنامه‌ریزان درسی و... محسوب شد.

پس از آن طراحان نسل جدید آموزش علوم دو هدف اساسی را دنبال کردند: نخست اینکه همه دانش‌آموزان به یادگیری علوم و مهندسی ترغیب شوند. ثانیاً زمینه گسترش و رشد دانش‌های بنیادی در علوم و مهندسی در آینده فراهم شود. آن‌ها معتقدند اگر آموزش به خوبی انجام گیرد افراد زیادی به موضوع‌های وابسته به علم علاقه‌مند خواهند شد و به مشاغل وابسته به علوم و مهندسی روی خواهند آورد. [۱]
به‌طور کلی کارشناسان ارائه‌دهنده نسل جدید استانداردها معتقدند تجربه‌های یادگیری باید در مورد جهان پرش ایجاد کنند و نشان دهند که دانشمندان چگونه با تحقیق کردن به این پرسش‌ها پاسخ می‌دهند. بنابراین دانش‌آموزان باید فرصتی برای انجام پژوهش‌های علمی وابسته به رشته‌های علمی و طراحی‌های مهندسی به دست آورند. آن‌ها باید درک کنند که فهم علمی از جهان نتیجه صدها سال تلاش خلاقانه بشر است؛ از این‌رو کارشناسان برای رسیدن به این اهداف، چارچوب استانداردهای جدید آموزشی را در سه بعد پیش‌بینی کردند که عبارت‌اند از:

۱. روش‌های علمی و مهندسی (کاوشگری)

۲. مفاهیم بنیادین

۳. عناوین و موضوع‌های درسی

یکی از اصول زیر بنای نسل جدید استانداردهای آموزش علوم، تمرکز روی موضوع‌ها و عناوین درسی رشته‌ها است. رشته‌های علمی مطرح شده در این چارچوب عبارت‌اند از:

۱. علوم فیزیکی (فیزیک و شیمی)

۲. علوم زیستی

۳. علوم زمین و فضا

علوم و مهندسی، قسمت مهمی از فرهنگ بشری هستند که اوج موفقیت و سیطره انسان بر جهان طبیعی را بیان می‌کنند و از راه‌های بنیادی زندگی انسان را بهبود می‌بخشند

**با مطالعه
می توان فهمید
چارچوب به
جای اینکه
روی مفاهیم
با وسعت زیاد
و عمق کم
تمرکز کند روی
مجموعه‌ای
محدود از
موضوع‌ها
تمرکز دارد**

جدول ۱ موضوع‌های درسی علوم فیزیکی را که برای دوره تحصیلی کودکان تا دبیرستان (۱۲- K) در نظر گرفته شده است، نشان می‌دهد. هر کدام از این موضوع‌ها باید به گونه‌ای که در جدول‌های زیر نشان داده شده‌است در طول دوره تحصیلی تدریس شود. آن‌ها دوره تحصیلی را به چهار قسمت تقسیم کرده‌اند. از کودکان تا کلاس دوم (۲-K)، از کلاس سوم تا پنجم (۵-۳)، کلاس ششم تا هشتم (۸-۶) و از نهم تا کلاس دوازدهم (۱۲-۹) است. جدول ۲ تا ۵ چگونگی ارائه مطالب در طی تحصیل برای موضوع درسی خاصی را نشان می‌دهد.

جدول ۲. نحوه ارائه مطالب درسی برای دوره (۲-K)

۲-K	
ماده انواع مختلف دارد که دارای ویژگی‌های مختلف قابل مشاهده است. ویژگی‌های مختلف با روش‌های متفاوت قابل مطالعه است. مواد از بخش‌های کوچک‌تری ساخته شده است.	PS1A ساختار و ویژگی‌های ماده PS1C فرایندهای هسته‌ای
گرما و سرما باعث تغییراتی می‌شوند که گاهی اوقات برگشت‌پذیر است و گاهی چنین نیست.	PS1B واکنش‌های شیمیایی
هل دادن و کشیدن می‌تواند قدرت و جهت‌های مختلف داشته باشد و می‌تواند سرعت یا جهت حرکت را تغییر دهد یا شروع و یا متوقف می‌کند.	PS2A نیرو و حرکت PS2B انواع کنش‌ها
.....	PS3A تعریف انرژی
نور خورشید سطح زمین را گرم می‌کند.	PS3B پایداری انرژی و انتقال انرژی PS3O انرژی در فرایندهای شیمیایی و زندگی
کشیدن یا هل دادن شدیدتر باعث تغییر بیشتر در شکل یا حرکت اجسام می‌شود.	PS3C ارتباط انرژی و نیرو
صدا اجسام را مرتعش می‌کند و اجسام مرتعش صدا تولید می‌کند.	PS4A ویژگی‌های امواج
اجسام وقتی دیده می‌شوند که نور داشته باشند.	PS4B تابش الکترومغناطیسی
مردم از ابزاری برای فرستادن یا دریافت اطلاعات استفاده می‌کنند.	PS4C ابزار و فناوری انتقال اطلاعات

۴. مهندسی و فناوری و کاربرد علوم که در چارچوب مفهومی استانداردها موضوع‌های درسی همه این رشته‌ها توضیح داده شده است. با مطالعه می‌توان فهمید چارچوب به جای اینکه روی مفاهیم با وسعت زیاد و عمق کم تمرکز کند روی مجموعه‌ای محدود از موضوع‌ها تمرکز دارد. موضوع‌ها و عناوین درسی در علوم فیزیکی اولین دسته در چارچوب است که پس از توضیح روش‌های علمی و مهندسی و مفاهیم بنیادین، به تفصیل در مورد آن بحث شده است. در این چارچوب مطرح می‌شود که بین فیزیک و شیمی ارتباط تاریخی برقرار است و قوانین مشابهی از مقیاس زیراتمی تا جهانی در آن‌ها وجود دارد و برای انسجام بیشتر آن‌ها را در کنار هم قرار داده‌ایم. آن‌ها ۴ موضوع درسی از علوم فیزیکی را مطرح کرده‌اند. این موضوع‌های درسی عبارت‌اند از:
PS1- ماده و واکنش‌های آن
PS2- حرکت و ثبات - نیرو و کنش‌های آن
PS3- انرژی
PS4- امواج و کاربرد آن‌ها در فناوری برای انتقال اطلاعات هر کدام از این موضوع‌های درسی، اجزایی دارند که در جدول زیر نشان داده شده است:

جدول ۱. اجزای موضوع‌های درسی علوم فیزیکی

اجزای ایده‌های اصلی علوم فیزیکی
PS1- ماده و واکنش‌های آن PS1A ساختار و ویژگی‌های ماده PS1B واکنش‌های شیمیایی PS1C فرایندهای هسته‌ای
PS2- حرکت و ثبات، نیرو و کنش‌های آن PS2A نیرو و حرکت PS2B انواع کنش‌ها PS2C حرکت و سکون در دستگاه‌های فیزیکی
PS3- انرژی PS3A تعریف انرژی PS3B پایداری انرژی و انتقال انرژی PS3C ارتباط بین انرژی و نیرو PS3D انرژی در فرایندهای شیمیایی و زندگی هر روزه
PS4- امواج و کاربرد آن‌ها در فناوری برای انتقال اطلاعات PS4A ویژگی‌های امواج PS4B تابش الکترومغناطیسی PS4C ابزار و فناوری انتقال اطلاعات

جدول ۳. نحوه ارائه مطالب درسی برای دوره (۵-۳)

۳-۵	PS1A ساختار و ویژگی‌های ماده PS1C فرایندهای هسته‌ای
ماده از ذراتی که خیلی کوچک‌اند و دیده نمی‌شوند ساخته شده است. ماده همیشه پایسته است حتی اگر به نظر می‌رسد که ناپدید شده است. اندازه‌گیری ویژگی‌های قابل مشاهده را می‌توان برای شناسایی مواد مورد استفاده قرار داد.	
در واکنش‌های شیمیایی مواد با خواص مختلف ظاهر می‌شوند اما جرم کلی تغییر نمی‌کند.	PS1B واکنش‌های شیمیایی
اثر نیروهای نامتعادل باعث تغییر حرکت جسم می‌شود. الگوهای حرکتی می‌تواند برای پیش‌بینی حرکت آینده مورد استفاده قرار گیرد برخی از نیروها از طریق تماس عمل می‌کنند، برخی از نیروها از راه دور. نیروی گرانی زمین بر روی یک شی در نزدیکی سطح زمین تأثیر می‌کند و آن شی به سمت مرکز کره زمین کشیده می‌شود.	PS2A نیرو و حرکت PS2B انواع کنش‌ها
حرکت اشیاء حاوی انرژی است. هر چه جسمی سریع‌تر حرکت کند، انرژی بیشتری دارد. انرژی را می‌توان از طریق صدا، نور، و یا جریان‌های الکتریکی به مکان دیگری منتقل کرد. انرژی را می‌توان از یک شکل به شکل دیگر تبدیل کرد.	PS3A تعریف انرژی PS3B پایستگی انرژی و انتقال انرژی
هنگامی که اشیاء برخورد می‌کنند، انرژی از یکی به دیگری منتقل می‌شود.	PS3C ارتباط انرژی و نیرو
انرژی را می‌توان «تولید»، «استفاده» و یا «تبدیل» کرد. گیاهان از نور خورشید انرژی می‌گیرند، که می‌تواند به‌عنوان سوخت مصرف شود.	PS3D انرژی در فرایندهای شیمیایی و زندگی
امواج طرح‌های منظمی از حرکت اجسام هستند. امواج دوره و دامنه مختلف دارند و می‌توانند اجسام را حرکت دهند.	PS4A ویژگی‌های امواج
اجسام وقتی دیده می‌شوند که از آن‌ها نور به چشم برسد.	PS4B تابش الکترومغناطیسی
مدل‌ها می‌توانند رمزگذاری، ارسال، دریافت و رمزگشایی اطلاعات شوند.	PS4C ابزار و فناوری انتقال اطلاعات

جدول ۴. نحوه ارائه مطالب موضوع‌های درسی برای دوره (۸-۶)

۶-۸	PS1A ساختار و ویژگی‌های ماده PS1C فرایندهای هسته‌ای
واقعیت این است که ماده از اتم‌ها و مولکول‌ها تشکیل شده است. برای توضیح ویژگی‌های مواد، تنوع مواد، حالات ماده، تغییر حالت و پایستگی ماده می‌توان از آن استفاده کرد.	
واکنش مواد فرم مولکول‌هایشان را تغییر می‌دهد اما تعداد اتم‌ها پایسته است برخی واکنش‌ها انرژی آزاد و برخی جذب می‌کند.	PS1B واکنش‌های شیمیایی
جرم یک جسم کمی است برای توضیح هر گونه تغییر در حرکت به دلیل نیروها.	PS2A نیرو و حرکت
نیروهایی که از دور عمل می‌کنند شامل میدان هستند که می‌تواند بر روی یک شی تأثیر بگذارد.	PS2B انواع کنش‌ها
انرژی جنبشی را می‌توان از شکل‌های مختلف انرژی پتانسیل متمایز کرد. تغییرات انرژی از هر نوع می‌تواند از طریق واکنش‌های فیزیکی یا شیمیایی دنبال شود. رابطه بین دما و انرژی کل یک دستگاه بستگی به نوع، حالت و مقدار ماده دارد.	PS3A تعریف انرژی و PS3B پایستگی انرژی و انتقال انرژی
وقتی دو جسم برخورد می‌کنند هر کدام از آن‌ها به دیگری نیرو وارد می‌کند. این نیرو انرژی را بین آن‌ها منتقل می‌کند.	PS3C ارتباط انرژی و نیرو
گیاهان نور خورشید را می‌گیرند تا هیدرو کربن تولید کنند. مولکول‌های هیدروکربن با سوختن انرژی نور خورشید را آزاد می‌کنند.	PS3D انرژی در فرایندهای شیمیایی و زندگی
موج ساده، یک الگوی تکرار شونده با طول موج، بسامد و دامنه خاص است. و امواج مکانیکی نیاز به یک محیط دارند که از طریق آن‌ها منتقل شوند. این مدل می‌تواند صدا و نور را توضیح دهد. امواج انرژی منتقل می‌کنند.	PS4A ویژگی‌های امواج
از ویژگی‌های موج، برای توضیح تأثیر نور بر اجسام استفاده می‌شود.	PS4B تابش الکترومغناطیسی
امواج را می‌توان برای انتقال اطلاعات دیجیتال مورد استفاده قرار داد. اطلاعات دیجیتالی از یک الگوی ۰ و ۱ تشکیل شده است.	PS4C ابزار و فناوری انتقال اطلاعات

جدول ۵. نحوه ارائه موضوع‌های درسی برای دوره (۹-۱۲)

۹-۱۲	
از مدل زیر اتمی و رفتار بین بارهای الکتریکی در مقیاس اتمی می‌توان برای توضیح ساختار واکنش‌های ماده، از جمله واکنش‌های شیمیایی و فرایندهای هسته‌ای استفاده کرد. طرح‌های تکرار شونده از جدول تناوبی بازتاب طرح‌هایی از الکترون‌های خارجی هستند. یک مولکول پایدار انرژی کمتری از مجموعه‌ای از اتم‌های تشکیل‌دهنده‌اش دارد.	PS۱A ساختار و ویژگی‌های ماده PS۱C فرایندهای هسته‌ای
فرایندهای شیمیایی بر مبنای برخورد مولکول‌ها، بازآرایی اتم‌ها و تغییر در انرژی، قابل درک‌اند.	PS۱B واکنش‌های شیمیایی
از قانون دوم نیوتون و پایستگی تکانه، برای پیش‌بینی تغییر در حرکت اجسام ماکروسکوپی استفاده می‌شود.	PS۲A نیرو و حرکت
نیروهایی از دور اثر می‌کنند و توسط میدان‌هایی که می‌توانند انرژی را منتقل کنند توضیح داده می‌شوند. این نیروها را می‌توان برای توصیف رابطه بین میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی مورد استفاده قرار داد.	PS۲B انواع کنش‌ها
کل انرژی در یک دستگاه پایسته است. انتقال انرژی در داخل و بین دستگاه را می‌توان برای توصیف و پیش‌بینی حرکت و یا پیکربندی ذرات (شی) به کار برد. دستگاه‌ها در حالت پایدار حرکت می‌کنند.	PS۳A تعریف انرژی PS۳B پایستگی انرژی و انتقال انرژی
میدان‌ها انرژی دارند که بستگی به محل قرار گرفتن اشیاء در این میدان دارد.	PS۳C ارتباط انرژی و نیرو
فوتوسنتز، ابزاری زیست‌شناختی است که از نور خورشید انرژی می‌گیرد. انرژی نمی‌تواند نابود شود، بلکه به اشکال دیگر تبدیل می‌شود.	PS۳D انرژی در فرایندهای شیمیایی و زندگی
طول موج و بسامد یک موج توسط سرعت موج، که بستگی به نوع موج و محیطی دارد که از آن می‌گذرد به هم مربوط می‌شوند. امواج را می‌توان برای انتقال اطلاعات و انرژی مورد استفاده قرار داد.	PS۴A ویژگی‌های امواج
هر دو مدل موج الکترومغناطیسی و مدل فوتون ویژگی‌های تابش را توضیح می‌دهد و کاربردهای معمول از تابش الکترومغناطیسی را توصیف می‌کند.	PS۴B تابش الکترومغناطیسی
مقادیر زیادی از اطلاعات را می‌توان ذخیره و به‌صورت دیجیتالی حمل کرد.	PS۴C ابزار و فناوری انتقال اطلاعات

نکته قابل توجه در مفاهیم ارائه شده این است که روی تعداد محدودی از موضوع‌های درسی تمرکز دارد. یکی از اشکالاتی که به استانداردهای قبلی گرفته می‌شد این بود که مطالب وسعت زیاد اما عمق کمی داشتند و دانش‌آموزان به شناخت عمیق و کاملی از مطالب نمی‌رسیدند

۴. بحث و نتیجه‌گیری

تکاملی توجه شده و طوری طراحی شده است که دانش‌آموزان به‌طور مستمر به تشکیل و تجدید نظر در دانش خود بپردازند. و با توانایی‌های خود، حس کنجکاویشان را در مورد آنچه که در اطراف آن‌ها وجود دارد تقویت کنند و مفاهیم اولیه را در مورد چگونگی کارکرد جهان بسازند. هدف این است که برای هدایت دانش خود به یک دیدگاه علمی‌تر و منسجم‌تر برسند. موضوع‌های درسی در هر پایه تحصیلی و هر کلاس کامل‌تر شده و تکرار آن باعث می‌شود، مفهوم عمیق‌تری در ذهن ایجاد شود. ارتباط طولی برای مفاهیم به خوبی در نظر گرفته شده است و با رشد فکری دانش‌آموزان و افزایش سطح تفکر آن‌ها پیچیدگی مطالب هم بیشتر شده است.

از ویژگی‌های منحصر به فرد چارچوب این است که از سه راه به آموزشگران علوم دید منسجم می‌دهد. ۱. مفهوم یادگیری به‌صورت پیشرفت تکاملی نشان داده می‌شود به این معنا که دانش‌آموزان به‌طور مداوم دانش خود را بسازند و در توانایی خود تجدید نظر کنند.

۲. روی تعداد محدودی از عناوین درسی رشته‌ها متمرکز می‌شود تا وقت کافی برای کشف حقایق و فهم عمیق از این موضوعات وجود داشته باشد.

۳. روی تحلیل علمی و روش‌هایی که مورد نیاز پژوهش علمی است تأکید می‌شود به این معنا که دانش و روش‌ها به‌صورت در هم تنیده در طراحی تجارب یادگیری استفاده می‌شوند.

امروزه تعامل بین یافته‌های علمی نقش مهمی را در گسترش روش‌های آموزشی دارد. بررسی و مطالعه معیارهای آموزشی کشورهای که در عرصه علمی و صنعتی موفق هستند می‌تواند در ارائه راهکارهای کاربردی برای دست‌اندرکاران نظام آموزشی کشور ما مفید باشد. ما با مطالعه چنین اسنادی می‌توانیم با دیدی عمیق‌تر و علمی‌تر دست به یک تحول همه‌جانبه در امر آموزش که کاملاً مورد نیاز کشورمان است بزنیم. براساس چنین مطالعاتی می‌توان موضوع‌ها و عناوین درسی و روش‌های علمی لازم برای دستیابی به درک و کشف آن‌ها را براساس نیازهای بومی و منطقه‌ای تعریف کرد و در آموزش به نقش مهم تلفیق علم و فناوری و برنامه‌ریزی در بهره‌برداری از آثار موفق آموزش در این راستا بیش از پیش تأکید داشت.

در چارچوب مفهومی استانداردهای جدید مطرح شده است که علوم فیزیکی (فیزیک و شیمی) اساس دانش در مورد همه پدیده‌های جهان طبیعی و ساخت بشر هستند. یکی از اهداف مطالعه فیزیک آن است که دانش‌آموزان ببینند رابطه علت و معلولی در همه دستگاه‌ها و پدیده‌ها وجود دارد که با مجموعه‌ای از قواعد فیزیک و شیمی شناخته می‌شوند. هنگام مطالعه موضوع‌های درسی مطرح شده در نسل جدید استانداردهای آموزش علوم متوجه خواهیم شد تدوین‌کنندگان آن کوشیده‌اند به قابل مشاهده بودن پدیده‌ها توجه شود. در استانداردهای قبلی آموزش علوم موضوع چهارم، یعنی امواج و کاربردهای آن در فناوری انتقال اطلاعات، وجود نداشت و این عنوان در استانداردهای جدید مطرح شده است. با توجه به تأثیر همه‌جانبه انتقال اطلاعات در زندگی بشر می‌توان فهمید، هدف از گنجاندن این موضوع در برنامه‌های درسی جدید این است که دانش‌آموزان درک کنند که پیشرفت علوم فیزیکی در قرن بیستم مبنای بسیاری از فناوری‌های پیشرفته امروزی است و بسیاری از پیشرفت‌های علمی با انگیزه رفع نیازهای بشری رخ داده است. در واقع گنجاندن این موضوع درسی می‌تواند به نوعی اهمیت کاربرد علوم را در مهندسی و فناوری و ارتباط آن‌ها را در زندگی نشان دهد.

نکته قابل توجه در مفاهیم ارائه شده این است که روی تعداد محدودی از موضوع‌های درسی تمرکز دارد. یکی از اشکالاتی که به استانداردهای قبلی گرفته می‌شد این بود که مطالب وسعت زیاد اما عمق کمی داشتند و دانش‌آموزان به شناخت عمیق و کاملی از مطالب نمی‌رسیدند. چارچوب روی تعداد محدودی از موضوع‌های اصلی در علوم و مهندسی تمرکز دارد. این انتخاب اجازه می‌دهد که زمان بیشتری برای معلمان و دانش‌آموزان برای کشف هر موضوع وجود داشته باشد. حذف جزئیات باعث تسلط روی اهداف اصلی می‌شود. محدود کردن موضوع‌های درسی باعث می‌شود زمان کافی برای دانش‌آموزان وجود داشته باشد تا در پژوهش‌های علمی شرکت کنند. در چارچوب مفهومی استانداردها، روی تلفیق تحلیل علمی و روش‌هایی که مورد نیاز پژوهش علمی است تأکید می‌شود. به این معنا که دانش و روش‌ها به‌صورت در هم تنیده در طراحی تجارب یادگیری استفاده می‌شوند.

بررسی عناوین علمی و درسی نشان می‌دهد که به مفهوم یادگیری به‌عنوان یک پیشرفت

پی‌نوشت‌ها

1. National Academy of Sciences
2. New Generation Science Standards
3. National Research Council

منابع

[1] National research council. (2012). A framework for k-12 science Education: practices, crosscutting concepts, and core Ideas. Washington, Dc: The National press.

[۲] بختیاری، ابوالفضل.

استانداردها ابزاری برای

اعتبارسنجی، نشریه شاخص پیش

شماره دوم، آبان ۱۳۸۲: ص ۲

[3] <http://www.nap.edu/catalog/4962.html>

[4] wieman, carl. Science Education in the 21st century. Using the Tools of Science to Teach Science.

Forum For The Future Of Higher Education. (2008). pp, 61- 64

[5] American Association for the Advancement of Science. (1993). Benchmarks for Science Literacy. Project 2016. New York: Oxford University press. Available:

<http://www.project2016.org>

[6] Bybee, Rodger W. Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices. (1997). pp69-86

[7] National Commission on Excellence in Education. A Nation at Risk: The Imperatives For Educational Reform. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1983.