



نقش توانایی تجسم فضایی در آموزش فیزیک و سهم کتاب درسی در افزایش این توانایی

منصور وصالی^۱، حسن علیمحمدی^۲، الهام معنوی طهرانی^۳

(۱) تهران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، دانشکده علوم، گروه فیزیک

(۲) تهران، دبیرستان حامد، منطقه ۳

(۳) تهران، دبیرستان سلام نجم الزهرا، منطقه ۱۲

چکیده: با توجه به رویکردهای موجود در اسناد بالادستی ملی و بین المللی برای کیفیت بخشی به آموزش، و لزوم پرورش افرادی با توانایی تفکر انتقادی و مهارت های فراشناختی، و به کارگیری نظریات جدید روانشناسی یادگیری در تولید منابع آموزشی از جمله کتاب های درسی، یک بررسی دقیق و همه جانبه درباره ی یکی از مفاهیم نوین در امر یادگیری و آموزش به نام تجسم و تجسم سازی انجام شده و پس از مروری بر مفاهیم نظری مرتبط با تجسم و توانایی تجسم سازی فراگیران راه های عملی برای به کار بستن نتایج این تحقیق در امر تألیف کتاب درسی ارائه شده است.

کلمات کلیدی: توانایی تجسم، تجسم ساز، تجسم درون نگرانه کتاب درسی.

کدمقاله (PACS): ۴۱.۸۵.-p

۱. مقدمه

درباره ی آموزش با کیفیت و همچنین با توجه به نتایج آزمون های TIMSS و عملکرد کشورهای موفق در این آزمون ها [۴]، می توان گفت مهمترین هدف آموزش علوم پرورش فراگیرانی است که با استفاده از دانش کسب شده، توانایی تجزیه و تحلیل مسائل پیش روی خود را در حوزه ی مورد بحث داشته باشند و با نگاه نقادانه به مسائل روزمره ی زندگی خود - که الزاما هم مسائل علمی نیستند - بنگرند. لذا می توان گفت مهمترین وظیفه کنونی آموزشگران علوم، اعم از پژوهشگران، سیاست گذاران و برنامه ریزان، تولید کنندگان محتواهای آموزشی و اجرا کنندگان این محتواها یعنی معلمان، اینست که روش هایی را اجرا کنند که به کمک آنها بتوان تعداد بیشتری از مردم را در راه فهم سازوکار جهان، نحوه ی منطقی اندیشیدن و نحوه ی سنجیدن علم و تشخیص علم از شبه علم و شیادی، یاری نمود. این موضوع در کشورهای دموکراتیک که در آن افراد بالغ در انتخابات دخیل هستند، دارای اهمیت بیشتری است. [۵]

با عنایت به اسناد بالادستی مربوط به پرورش عمومی (وزارت آموزش و پرورش) و پرورش عالی (وزارت علوم تحقیقات و فناوری) کشور از جمله، اولویت پنجم از اولویت های پژوهشی شورای عالی آموزش و پرورش، مبنی بر " تعیین و تبیین مبانی نظری، ویژگی ها و ابعاد برنامه درسی شایستگی محور " [۱]، بند چهارم اقدامات ملی از راهبرد کلان سیزدهم از فصل چهارم نقشه ی جامع علمی کشور درباره ی راهبردها و اقدامات ملی برای توسعه ی علم و فناوری در کشور، مبنی بر " بازنگری و ارتقا روش ها و محتوی آموزش علوم پایه در تمام سطوح تحصیلی " [۲]، راهبرد چهارم از فصل ششم سند اسلامی شدن دانشگاه ها " مبنی بر طراحی فرایند آموزش با عنایت به پرورش انواع استعدادها و پرورش قدرت ابتکار و خلاقیت و نوآوری " [۳]، همین طور با توجه به برنامه های سازمان آموزشی فرهنگی ملل متحد (یونسکو)



همایش ارتقای کیفیت آموزش با رویکرد کتاب های درسی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت آموزش و پرورش

اداره آموزش و پرورش شهر تهران



انجمن علمی آموزشی معلمان

فیزیک شهر تهران

۲۰ دیماه ۱۳۹۶

تهران

معمولا (نه همیشه) نتیجه ی نمایش بیرونی است، مربوط می شود و تجسم را می توان به عنوان برون داد ذهنی از یک نمایش بصری که در آن یک شی یا رویداد را به تصویر کشیده می شود، تصور کرد. [۱۱]

علاوه بر مفهوم تجسم که در بالا به آن اشاره شد، مفهوم دیگری به نام "اقدام تجسم ساز"^۳ نیز مطرح است، به طور کلی به هر آنچه که به فراگیر نشان داده می شود تا به یادگیری او و فهم موضوعات دارای اهمیت آموزشی کمک کند، اعم از عکس، تصویر متحرک، یک وسیله ی ساخته شده مانند ماکت یا مولاژ، اقدام تجسم ساز گفته می شود.

حال اگر یک دانش آموز بر مبنای تجسم سازهای دیده شده و درغیاب آنها اقدام به خلق تصاویر ذهنی بنماید، اصطلاحا گفته می شود که او "تجسم درون نگرا نه"^۴ انجام داده است.

قصد از آوردن این تعاریف دقیق روانشناسی، صرفا آشنایی فضای ذهنی خوانندگان با مفهوم دقیق تجسم و جداکردن این مفهوم از تعاریف غیر دقیق و عامیانه ی آن است. با توجه به تعاریف فوق و با سابقه ی ذهنی و تجربیات تدریس، می توان گفت که عمل تجسم کردن تقریبا در تمامی مراحل تدریس و یادگیری همراه یاددهنده و یادگیرنده است:

هنگامی که معلم برای تفهیم یک موضوع از یک تصویر (عکس، فیلم یا انیمیشن) استفاده می کند، در حال ارائه ی نمایش هایی است که در ذهن فراگیر ثبت و بازبایی خواهند شد.

زمانی که دانش آموز در حال خواندن متن کتاب درسی یا صورت یک سوال است، در حال شکل دادن و بازبایی تصاویر ذهنی ای است که قبلا در زندگی روزمره دیده، یا توسط معلم درباره ی آن موضوع به او نشان داده شده است.

هنگامی قرار است یک رابطه ی آموخته شده در درس ریاضی به یک رابطه ی فیزیکی پیوند داده شود- مانند روابط گاز کامل و معادلات خط راست و هموگرافیک- در حال تجسم یک مفهوم فیزیکی در قالب یک نمودار ریاضی است.

یکی از مواردی که می تواند به این امر مهم- نگاه نقادانه به مسائل و مهارت های تفکر انتقادی- کمک کند، افزایش مهارت های فراشناختی است. [۶] و [۷]، و یکی از روشهای افزایش مهارت های فراشناخت، بالا بردن توانایی تجسم فراگیران است. [۸]

لذا می توان گفت افزایش توانایی تجسم که ارتباط مستقیمی با هوش مکانی- فضایی دانش آموزان دارد [۹]، باعث افزایش مهارت های فراشناختی می شود و این مهارت ها، خود به کمک آموزش علوم آمده و توانایی یادگیرندگی فراگیران را افزایش می دهد. لذا بررسی درباره ی روش های افزایش توانایی تجسم می تواند آموزشگران علم را یک قدم به هدف های عالی ذکر شده در اسناد بالادستی ملی و بین المللی نزدیک کند.

۲. منظور از تجسم چیست؟

برای تجسم^۲ در دیکشنری برخط مریام- وبستر دو معنی ذکر شده، اول "تشکیل تصاویر ذهنی" و دوم "فرایند تفسیر بر حسب عبارتهای بصری یا به صورت شکل بصری درآوردن" اما در متون روانشناسی تعاریف دقیق تری برای تجسم آورده شده است؛ اولین تعریف صریح در سال ۱۹۷۴ توسط آلن پاوو به این صورت انجام شده است " ... فهم نمایش های مصور اشکال و احجام، به صورت یک سامانه ی نمادی پویای سازماندهی کننده ی اطلاعات ادراکی دریافت شده. " [۱۰]

پس از آن، تعاریف زیادی توسط افراد مطرح در این حوزه ارائه شده، یکی از این تعاریف و توضیحات مربوط به آن در سال ۲۰۰۸ توسط گیلبرت، رینر و نیخله به صورت زیر است:

"وجه بیرونی تجسم، به ارائه ی نمایش های روش مند، منظم و متمرکز اطلاعات، به صورت های مختلفی چون عکس، نمودار، جدول و نظایر این ها مربوط می شود.

وجه درونی تجسم به تولید، ضبط و ذخیره ی یک تصویر که



مبنی بر اینکه کج آموزی دانش آموزان غالباً منبعث از بعضی از الگوهای ذاتی ذهنی آنهاست، من تاکید می کنم که بسیاری از کج آموختگی های دانش آموزان ناشی از آموزش و طرح مطالبی است که به خورد آنها داده می شود. البته نمی توان همه ی کلاس ها را زیر نظر داشت اما می توان به کتاب هایی که تدریس می شوند نگاهی انداخت. " [۱۳]

این سخنرانی در سال ۱۹۸۶ انجام شده و به نظر می رسد که از آن زمان تا کنون باید اتفاقات مهمی در عرصه ی تالیف کتاب درسی افتاده باشد، ولی هنگامی که در متون جدیدتر هم چنین موضوعی مطرح می شود می توان گفت که گویا این اشکال همچنان وجود دارد و باید جدی گرفته شود.

صابری به نقل از واتنسور (۲۰۰۶) می نویسد " تا حدی غیر منتظره است که بدانیم کتاب های درسی را به عنوان بارزترین چشمه ی ایجاد کج فهمی ها در کلاس فیزیک یافته اند. کتاب ها اغلب به خاطر نوشته ها یا ویرایش ضعیف و یا پرداخت ناقص به محتوا، بچه ها را گمراه می کنند. " [۱۴]

گاهی اوقات بعضی تصاویر باعث ایجاد طرح واره های نادرستی در ذهن فراگیر می شود که حتی شاید تا آخر عمر هم نتوان آن کج فهمی را از ذهن دانش آموز زدود.

ذیلا یک مورد از تصاویر کتاب درسی - به عنوان نمونه ای که می توانست بهتر طراحی شود- ذکر شده است. لازم به ذکر است که مطالب ذکر شده حاصل مصاحبه های نگارندگان با دانش آموزانی است که در حال تحصیل در پایه ی مذکور بوده اند و این مصاحبه ها خود، بخشی از یک تحقیق کیفی برای انجام یک پایان نامه ی کارشناسی ارشد در رشته ی آموزش فیزیک بوده است و صرفاً پیشنهادی برای بررسی دقیق تر و تایید تجربی و آماری در این مورد است.

شکل ۱ یکی از تصاویر کتاب درسی سال دهم است. در این شکل درباره ی مدل سازی حرکت توپ بحث شده و بردارهای نیروی وزن و نیروی مقاومت هوا و سرعت (جهت حرکت) هر سه از مبدا توپ رسم شده و پس از حذف بردار

در تمامی این موارد و موارد دیگری که در فرایند یاددهی یادگیری با آن مواجه هستیم، از تجسم استفاده می شود و به همان نسبت که از فضای یاددهی، به سمت فضای یادگیری حرکت می کنیم نقش یادگیرنده فعال تر و وجود ابزارهای لازم برای کمک به او یعنی تجسم ساز ها پر رنگ تر می شود.

۳. تصاویر کتاب درسی به عنوان یک ابزار در

خدمت تجسم سازی

کتاب های درسی به عنوان یکی از منابع موجود در آموزش، باید به گونه ی متعادل، انباشته از اقلام تجسم ساز - که عمل تجسم سازی را راحت تر می کنند- باشد.

خوشبختانه فناوری های نوین این امکان را فراهم کرده اند که علاوه بر عکس ها، جدول ها و نمودارهای ایستا، بتوان از امکانات چندرسانه ای در کلاس های درس و حتی در متن کتاب درسی استفاده کرد. البته این مورد آخری هنوز به طور کامل فراگیر نشده و مشکلات اجرایی زیادی بر سر راه دارد، اما با همین شرایط فعلی و از همان تصاویر موجود در کتاب درسی نیز به بهترین وجه ممکن در جهت غنی کردن کتاب و بالا بردن توان تجسمی فراگیران، می توان استفاده نمود. برای این منظور تحقیقات گسترده ای بر روی این که یک تجسم ساز خوب چه ویژگی هایی می تواند داشته باشد انجام شده است. [۱۲] این بررسی ها بسیار عمیق و گسترده هستند و حتی درباره ی رنگ های به کار رفته، میزان واقعی بودن، ارتباط با فرهنگ فراگیران، تعاملی بودن و سایر موارد مرتبط با طراحی عناصر تجسم ساز هم یک اجماع نظر و توافق کارشناسی بوجود آمده است.

به نظر می رسد برای بهبود وضعیت موجود در کتاب های درسی، اولین قدم بررسی دقیق تصاویر و رفع اشکالات موجود در آنهاست.

ماریو آیونا هنگام دریافت جایزه ی میلیکان در سخنرانی خود می گوید " برخلاف نظر رایج پژوهشگران آموزش فیزیک



همایش ارتقای کیفیت آموزش با رویکرد کتاب های درسی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت آموزش و پرورش

اداره آموزش و پرورش شهر تهران



انجمن علمی آموزشی معلمان

تهران

فیزیک شهر تهران

۲۰ دیماه ۱۳۹۶

تواند چنین اتفاقی بیفتد؟

نکته ای که لازم به ذکر به نظر می رسد اینکه اغلب معلمینی که بر مبنای صحیحی آموزش دیده و آموزش می دهند این دستورالعمل را به طور نسبی به کار می بندند و همچنین در کتاب درسی نیز گاهی اوقات به طور تلویحی اشاره ای به بعضی از قسمت های آن می شود ولی تاکید بر این است که مفید به نظر می رسد کتاب درسی به عنوان تنها مرجع رسمی آموزش فیزیک کشور این وحدت رویه را مطرح و روی آن تاکید کند.

نکته ای که در این دستورالعمل چهار مرحله ای به وضوح آشکار است اینکه، حل سوال و به سراغ روابط رفتن در قدم سوم مطرح شده، به عبارت دیگر تا زمانی که مفاهیم مطرح شده در یک مساله ی فیزیکی به درستی بررسی و تجزیه و تحلیل نشود نباید به سراغ حل آن مساله رفت. پل هیویت در سخنرانی دریافت جازه ی میلیون در سال ۱۹۸۲ می گوید "بگذارید به صراحت بگویم: دانشجویی که بدون درک مفاهیم فیزیک دارد مسائل آن را حل می کند مثل ناشنوایی است که دارد آهنگ می سازد و یا مثل نابینایی است که دارد نقاشی می کند. بسیاری از دانشجویان فیزیک دارند با مسائلی سروکله می زنند که هیچ احساسی از آن ها ندارند."

لذا اهمیت تجسم مفاهیم و تاکید روی این موضوع به حدی است که لازم است در کتاب درسی حتما به آن توجه بیشتری شود.

۵. ارتباط مباحث کتاب های درسی به هم و

آموزش تلفیقی

موضوع دیگری که به مهارت های تجسم در خواندن فراگیران مطرح است اینکه گاهی اوقات دانش آموزان بدون درک دقیق صورت سوال اقدام به حل می نمایند.

به عبارت دیگر در خواندن صورت سوال به زبان فارسی و فهم آن دچار مشکل هستند و فقط به دنبال روابطی می گردند که بتوانند داده های مساله را در آن جایگذاری نمایند.

PROBLEM-SOLVING STRATEGY 10.1 Conservation of mechanical energy



MODEL Choose a system that is isolated and has no friction or other losses of mechanical energy.

VISUALIZE Draw a before-and-after pictorial representation. Define symbols, list known values, and identify what you're trying to find.

SOLVE The mathematical representation is based on the law of conservation of mechanical energy:

$$K_f + U_f = K_i + U_i$$

ASSESS Check that your result has the correct units, is reasonable, and answers the question.

Exercise 8

شکل ۲: دستور العمل چهار مرحله ای پیشنهادی کتاب نایت که هنگام حل تمامی مثال های کتاب بنا به موضوع ارائه می شود ولی کلیت چهار مرحله ای آن ثابت است.

این دستور العمل که قبل از تمامی مثال های کتاب ارائه شده به زبان ساده به شرح زیر است:

مساله را مدل سازی کنیم.

به زبان کتاب فیزیک دهم از اثرهای ناچیز چشم پوشی کنیم و پارامترهای مهم را در نظر بگیریم و به ساده سازی مساله بپردازیم.

مساله را تجسم کنیم.

به عبارت دیگر نقاشی مساله را بکشیم و طرح دقیقی از مساله و داده ها روی نقاشی رسم کنیم و با بررسی دقیق نقاشی و طرح رسم شده ببینیم مساله چه اطلاعاتی به ما داده و چه اطلاعاتی از ما می خواهد.

به حل مساله بپردازیم.

روابط و فرمول های مربوطه را بنویسیم و هنگام نوشتن روابط به این نکته توجه داشته باشیم که نمادهایی که در روابط به کار می بریم، حتما در طرح گرافیکی مساله آمده باشد. به زبان دیگر روابط و اندیس هایش مربوط به شکل باشد (این مرحله فقط وقتی باید شروع شود که مدل سازی و تجسم را در حد اعلی انجام داده باشیم، به عبارت دیگر بدانیم مساله درباره ی چه صحبت می کند و کاملاً در ذهن ما پخته شده باشد.)

پس از حل به این توجه کنیم که آیا جواب ما واقعی

است؟

به عبارت دیگر آیا یکاها سازگار هستند؟ آیا در عالم واقع می



همایش ارتقای کیفیت آموزش با رویکرد کتاب های درسی

جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
اداره آموزش و پرورش شهر تهران



۲۰ دیماه ۱۳۹۶

تهران

انجمن علمی آموزشی معلمان

فیزیک شهر تهران

تالیف کتاب های درسی در عرصه ی جهانی می گذرد، با دقت نظر بیشتری در امر مهم تالیف کتاب درسی اهتمام ورزند.

پی نوشت ها

^۱ Education

^۲ Visualization

^۳ Visualization Object

^۴ Introspectively Visualizing

مراجع

- [۱] خانی، آزاده؛ (۱۳۹۵)، ۱ آذر، عناوین اولویت های پژوهشی سال های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ دبیرخانه شورای عالی آموزش و پرورش، خبرگزاری مهر، بازیابی شده در ۱۴/۱۰/۱۳۹۶، از <https://www.mehrnews.com/news/3830419> اولویت های - پژوهشی - شورای عالی - آموزش و - پرورش - اعلام شد
- [۲] نقشه جامع علمی کشور، ص ۳۶
- [۳] سند اسلامی شدن دانشگاه ها
- [۴] بدریان؛ عابد، رستگار؛ طاهره، مطالعه تطبیقی استانداردهای آموزش علوم دوره ی آموزش عمومی ایران و کشورهای موفق در آزمون TIMSS، مجموعه مقالات همایش نوآوری در برنامه های درسی دوره ابتدایی.
- [۵] ردیش؛ ادوارد، (۱۳۸۸) آموزش فیزیک، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، (ص ۹)، (احمدی؛ فاطمه)
- [۶] موسی پور؛ فاطمه، (۱۳۹۳) بررسی رابطه ی گرایش به تفکر انتقادی و فراشناخت در دانشجویان رشته های هنر و غیر هنر، پایان نامه ی کارشناسی ارشد، دانشگاه یاسوج
- [۷] صادقی طاهری؛ مریم، (۱۳۹۲)، رابطه بین مهارت های فراشناختی و تفکر انتقادی دانشجویان دانشگاه کاشان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه کاشان.
- [۸] Gilbert; John K, **Visualization in science education**, Springer (۲۰۰۵), ۹-۲۷
- [۹] آرمسترانگ؛ توماس، (۱۳۸۳)، هوش های چند گانه در کلاس درس، انتشارات مدرسه، ص ۱۳، (صفری، مهشید)
- [۱۰] Phillips; Linda M. , Stephen p. Norris, John S. Macnab, **Visualization in Mathematics, Reading and science education**, Springer, (۲۰۰۹), ۲۲

یا در شرایطی که صورت سوال را فهمیده اند نمی توانند روابط ریاضی و روابط فیزیکی خوانده شده پیوند برقرار کنند. این معضل را می توان با توجه به این که در کتاب های درسی دیگر نیز مانند ادبیات فارسی و هندسه به مفهوم تجسم پرداخته می شود، تا حدی مرتفع نمود البته این امر نیازمند هماهنگی با سایر گروه های تالیف است و شاید در شرایط فعلی مقدور نباشد ولی حرکت به سمت این مهم می تواند گروه مولفین کتاب های درسی و نظام آموزشی را به سمت آموزش تلفیقی نزدیک سازد.

۷. نتیجه گیری

استفاده از تجسم در علم به زمان کارهای ویلیام گیلبرت، گالیه و نیوتن بر می گردد ولی تحقیقات روانشناسی مرتبط با آن حدود یک قرن پیش و در اواخر قرن نوزدهم شروع شده است. [۱۵] پژوهش های مرتبط با مفهوم تجسم و پرورش نیز از سال ۱۹۳۶ شروع شده است ولی تعداد مقالات و تحقیقات انجام شده از سال ۱۹۳۶ تا ۲۰۰۹ کمتر از ۲۵۰ مقاله بوده است. [۱۶] شیب رشد این مقالات همزمان با پیشرفت نظریه نوروفیزیولوژی در روانشناسی توسط دونالد هب و مطرح شدن یادگیری مغز محور رو به افزایش گذاشته و به نظر می رسد با پیشرفت روانشناسی و ارائه ی نظریاتی چون کدگذاری دوگانه توسط روانشناس کانادایی آلن پاولو، توجه به تجسم در پرورش روز به روز افزایش یابد.

با توجه به این موضوع و ذکر این نکته که مولفان کتاب های درسی در عرصه ی بین المللی در حال بازنگری کلی در کتاب های چاپ شده ی قبلی و چاپ کتاب های جدید با رویکردهای نوین منطبق بر نظریات جدید یادگیری هستند، مفید به نظر می رسد مولفان محترم کتاب های درسی کشور ضمن انجام مطالعات عمیق نظری مرتبط با مفهوم تجسم و تجسم سازی و آگاهی از نظرات کارشناسان دیگر رشته های مرتبط از جمله روانشناسی یادگیری، و آنچه حین فرایند