توسعه آموزش زیست‌شناسی با استفاده از مدل‌سازی و دست‌سازه‌ها

حسین فراست*

ایران، تهران، دانشگاه فرهنگیان، گروه آموزش زیست شناسی

چکیده

استفاده از روش‌های فعال و نو به جای روش‌های سنتی در آموزش، می‌تواند فرایند یادگیری را بهبود و ارتقاء بدهد. در راستای برنامه‌های گروه آموزشی زیست‌شناسی و دبیرخانه کشوری زیست‌شناسی (بند فعالیت‌های بومی) و به منظور ایجاد خلاقیت در دانش‌آموزان، به ویژه در دروس علوم تجربی و زیست‌شناسی، استفاده از مدل‌سازی و دست‌سازه‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد. هدف این مقاله ارائه نمونه‌هایی از کاربرد و مزایای مدل‌سازی در آموزش زیست‌شناسی به صورت موضوعی است. جامعه آماری این مطالعه تمام کتاب‌های زیست‌شناسی در مقطع متوسطه دوم در رشته زیست‌شناسی می باشد. روش تحقیق در این پژوهش توصیفی بوده و با استفاده از مطالعات اسنادی، ترجمه محتوای تارنماهای فراهم کننده راه‌حل‌های آموزشی برای مؤسسات آموزشی و نیز، استفاده از تجربیات شخصی نویسنده، انجام شده است. نتایج پژوهش حاکی از آن است که ارائه آموزش مبتنی بر مدل سازی در مقایسه با روش‌های مرسوم می‌تواند در سطوح مختلف شناختی بلوم از جمله دانش، فهم و به ویژه درک و کاربست مطالب تأثیر مثبتی داشته و می‌تواند بهبود فعالیت‌های یاددهی- یادگیری شده و کارآیی و اثربخشی نظام آموزشی را به دنبال داشته باشد. در این مطالعه بیش از ۲۵ طرح و مدل در آموزش زیست‌شناسی ارائه شده است، و بنابراین امکان‌پذیری استفاده عملی از روش مدل سازی در آموزش زیست‌شناسی مورد تایید و تاکید قرار گرفته است. در نهایت پیشنهاد می‌شود که تدوین تدریس با استفاده از مدل‌ها و دست‌سازه‌ها توسط مدرسان زیست‌شناسی توسعه یابد، چرا که از این طریق می‌توان با کمک فراگیران کمبود امکانات آزمایشگاهی را به طور نسبی جبران نمود.

واژگان کلیدی: مدرسه، آموزشگاه، یادگیری، تدریس، علوم پایه.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: Hussein.Farasat@gmail.com

مقدمه

دنیای امروز نیازمند آموزش و تربیت افراد، دانش‌آموزان و دانشجویانی است که قدرت شناخت و استفاده از آموخته‌های خود را دارند. ژان پیاژه یکی از اهداف مهم تربیت در جهان معاصر را پرورش هوش، یعنی قدرت فهم و آفرینندگی و حل مسائل زندگی، در فراگیران دانسته و نیل به این هدف را مستلزم پرورش روح علمی و آشنایی با علوم تجربی می‌دانسته است (کیانی، ۱۳۸۶).

مدل‌ها و دست‌سازه‌های علمی نقش کلیدی در تبیین و درک علمی دارند. آنها بازنمایی‌هایی هستند که پدیده‌های پیچیده را توصیف یا ساده می‌کنند، در پیش‌بینی رویدادهای آینده به‌کار می‌روند و برقراری ارتباط میان ایده‌ها را تسهیل می‌کنند (اسوبودا و پاسمور، ۲۰۱۳)، همچنین آنها موجودیت‌هایی را قابل مشاهده می‌کنند که مشاهده آنها با چشم غیرمسلح امکان‌ناپذیر است (فرانکوئور، ۱۹۹۷). ایده‌ی یک مدل، رسیدن به حقیقت نهایی نیست، بلکه درک بهتر پدیده‌هاست. این بدان معنی است که آنها را می‌توان به عنوان نظریه‌هایی دید که برای معنا بخشیدن به پدیده‌های مشاهده شده ساخته شده‌اند (داشل و ریچارد، ۱۹۹۰).

مدل‌ها را می‌توان به‌عنوان بازنمایی چیزها مورد استفاده قرار داد، یا از آن‌ها برای تولید داده‌های جدید استفاده کرد (گووئا و پاسمور، ۲۰۱۷). مدل‌ها که برای بازنمایی مورد استفاده قرار می‌گیرند اغلب رویکرد گذشته‌نگر (Retrospective) دارند، زیرا داده‌های موجود را خلاصه یا تجسم می‌کنند. از طرف دیگر، مدل‌هایی که برای پیش‌بینی رویدادهای آینده و درک جهان اطراف ما استفاده می‌شوند رویکردی آینده‌نگر (Prospective) دارند (کرل و کروگر، ۲۰۱۷؛ پاسمور و همکاران، ۲۰۱۴؛ آپمیر زو بلزن و کروگر، ۲۰۱۰). استفاده از مدل‌ها، چه به صورت گذشته‌نگر و چه به صورت آینده‌نگر، پلی بین نظریه علمی و جهان تجربه شده بنا می‌کند (جوستی و گیلبرت، ۲۰۰۳). داشتن درک اولیه از مدل‌ها و کاربری آنها در علم و فرآیندهای

تصمیم‌گیری چنان مهم است که آشنایی همگانی با آنها توصیه می‌گردد (ادنباگ، ۲۰۰۵؛ اوه و اوه، ۲۰۱۱).

اعتقاد بر این است که دانش‌آموزانی که درک دقیقی از علم دارند، درک می‌کنند که دانش علمی و مدل‌ها، سازه‌های انسانی هستند که برای توضیح و پیش‌بینی بخش‌هایی از پدیده‌ها طراحی شده‌اند (اسکوارز و وایت، ۲۰۰۵). درک هر دو دیدگاه گذشته‌نگر و آینده‌نگر در مدل سازی برای دانش‌آموزان مهم است. درک مدل‌های علمی و فرآیند مدل‌سازی نه‌تنها می‌تواند یادگیری محتوای علم را تسهیل کند، بلکه به فهم بهتر روشی که علم پدیده‌ها را به تصویرکشیده و بررسی می‌کند نیز کمک می‌کند. دانش دانش‌آموزان در مورد علم زمانی افزایش می‌یابد که بتوانند آنچه را که در یک مدل به تصویر کشیده شده را تعریف کنند و همچنین بین انتخاب‌هایی که هنگام ساخت مدل انجام شده‌اند و آن تعاریف، ارتباط ایجاد کنند. درک استفاده از مدل‌ها در علم بخشی از فرادانش علمی (Scientific meta-knowledge) است (وایت و همکاران، ۲۰۱۱) و به سواد علمی دانش‌آموزان می‌افزاید (گیلبرت، ۱۹۹۱).

در جنبه ماهیت سازه‌ها و مدل‌ها، دانش‌آموزان مدل را با نمونه اصلی مقایسه می‌کنند و توضیح می‌دهند که تا چه حد می‌توان مدل را با نمونه اصلی منطبق دانست. ساخت مدل‌های چندگانه از یک سوژه به این واقعیت اشاره دارد که با تمرکز بر جنبه‌های مختلف نمونه اصلی یا انعکاس آنها به روش‌های متفاوت، از چندین مدل می‌توان برای نمایش یک نمونه اصلی استفاده کرد. از آنجایی که هیچ مدل واحدی نمی‌تواند یک شی یا فرآیند را در تمام جنبه‌های آن نشان دهد، از مدل‌ها و دست‌سازه‌های مختلف می‌توان برای کشف جنبه‌های مهم و دشوار یک مفهوم استفاده شود. برای این کار، مدل اغلب ساده‌سازی می‌شود و با نیاز و دانش قبلی پرسش‌گر تطبیق داده می‌شود و تنها بر جنبه‌هایی تأکید می‌شود که برای توضیح یک ایده کلیدی اهمیت زیادی دارند (هاریسون و ترگست، ۲۰۰۰). بر اساس همین هدف است که سازندگان مدل‌ها و دست‌سازه‌ها تلاش می‌کنند که یادگیری و توسعه نحوه تفکر فراگیران در مورد یک پدیده زیستی یا تغییر علمی را تسهیل کنند. بسته به هدفی که در آموزش آن مفاهیم و پدیده‌ها دنبال می‌شود، مدل‌ها می‌توانند توضیحی، پیش‌بینی کننده و یا کاربردی باشند (اوسکینسون، ۲۰۱۴).

بیان مسئله و ضرورت تحقیق

علوم تجربی را علوم طبیعی نیز می‌نامند، شاخه‌ای از دانش که در اغلب فعالیت‌های روزمره با آن مواجه هستیم؛ لذا آموزش زیست‌شناسی باید بتواند نقش اساسی خود را در بهبود رابطه انسان با طبیعت نشان دهد. اکنون دیگر زیست‌شناسی تنها یک موضوع درسی برای انتقال مفاهیم و تعاریف و دارای اهداف محدود نیست؛ بلکه بنا به ماهیت و نقش ارزنده‌ای که در آموزش عمومی افراد جامعه ایفا می‌کند، مسئول توسعه و تعمیم مفاهیم، توان استدلال و خلاقیت، ایجاد انگیزه، پرورش تفکر انتقادی، تقویت زیبایی‌شناسی و افزایش توان به کارگیری آموخته‌ها و ایجاد ارتباط بین آنها در دانش‌آموزان است. شیوه کنونی سنتی آموزش زیست‌شناسی، نتوانسته است یادگیری و آموزش برای عموم دانش‌آموزان را به نحو مطلوب انجام دهد؛ زیرا آموزش به روش سنتی، تعاریف و مفاهیم را به صورت انتزاعی معرفی می‌کند و دانش‌آموزان را به حفظ طوطی‌وار مطالب درسی وامی‌دارد. این در حالی است که استفاده از دست‌سازه‌ها و مدل‌ها می‌تواند در توصیف و ساده‌سازی پدیده‌ها و فرآیندهای علمی پیچیده مورد استفاده قرار گیرد و موجودیت‌های انتزاعی مفاهیم علمی را برای دانش‌آموزان قابل مشاهده کند و برای پیش‌بینی رویدادهای آینده نیز استفاده شود.

با توجه به این که بیشترین محتوای آموزشی مربوط به زیست‌شناسی در کتاب‌های درسی هر دوره آموزشی در سطح دانش متمرکز شده است (مهدیان و همکاران، ۲۰۰۲)، هدایت فراگیران برای ساخت خلاقانه دست‌سازها با استفاده از مفاهیمی که در متن کتاب‌های درسی آمده است موجب تعامل فراگیر و محیط می‌شود، مطالب انتزاعی را عینی و ملموس کرده و به عرصه تجربه در دنیای واقعی می آورند، به درک مفاهیم علمی و عینی کردن مفاهیم کمک می‌کنند. این عینی کردن به نوبه خود سبب مفهومی کردن یادگیری و معنادار کردن مفاهیم می گردد، یعنی باعث میشود دانش‌آموزان به جای آن که مطالب و مفاهیم را حفظ کنند، آنها را درک کرده و در جایگاه مناسبی در ساخت شناختی (Cognitive construction) خود قرار دهند (نظریه ساخت گرایی) و رابطه صحیحی بین مفاهیم و تجارب جدید و طرح‌واره‌های[۲۰] ذهنی موجود مربوط به مفاهیم و

تجارب قبلی برقرار سازند و به درکی مفهومی و معنادار دست یابند.

هدف ما در این پژوهش معرفی موضوعاتی از زیست‌شناسی در مقطع دبیرستان با قابلیت ساخت و استفاده از دست‌سازه‌ها و مدل‌ها در تدریس زیست‌شناسی بر اساس مفاهیمی است که در متن کتاب‌های درسی آمده است. همچنین میزان اثر بخشی استفاده از دست‌سازه‌ها و مدل‌ها در تدریس و ایجاد یادگیری معنادار در دانش‌آموزان به مورد بررسی قرار می گیرد.

فرضیه‌های پژوهش

۱ – تدوین ساختار آموزش زیست‌شناسی با استفاده از دست‌سازه‌ها و مدل سازی امکان پذیر است.

۲ – ترغیب دانش‌آموزان به مدل سازی در سطوح مختلف یادگیری مباحث زیست‌شناسی مورد توجه قرار می گیرد.

روش پژوهش

این مطالعه در مورد مباحث زیست‌شناسی انجام شده است و جامعه آماری مشتمل بر تمام کتاب‌های زیست‌شناسی در مقطع متوسطه دوم یعنی کتاب‌های زیست‌شناسی دهم، یازدهم و دوازدهم در رشته علوم تجربی می باشد. با توجه به ماهیت موضوع پژوهش و به دلیل محدود بودن جامعه آماری از نمونه گیری صرفه نظر شده و کل جامعه آماری برای نمونه در نظر گرفته شده است. در طی شش ترم متوالی از دانشجویان رشته آموزش زیست‌شناسی در مقطع کارشناسی در دانشگاه فرهنگیان خواسته شد که بخش‌هایی از محتوی آموزشی زیست‌شناسی که قابلیت اجراء و ساخت دست‌سازه و مدل سازی دارند را به صورت موضوعی انتخاب کنند، و دست‌سازه‌ها و مدل‌های خلاقانه‌ای که می‌توانند در تدریس درس زیست‌شناسی استفاده کنند را بسازند و در آزمایشگاه ارئه کنند. در مواردی دست‌سازه‌ها و مدل‌هایی که توسط شخص نویسنده در کلاس‌های درس مورد استفاده قرار گرفته، نیز ارائه شده است. بخشی از موارد اراده شده مربوط به نمایشگاه‌های دست‌سازه‌ها و مدل‌های زیست‌شناسی دانش آموزی، تارنماهای معتبر ارائه دهنده راهبردهای آموزشی، مقالات و مجلات علمی هستند که برای تکمیل این پژوهش ارائه شده‌اند.

مراحل طراحی دست‌سازه‌ها و مدل‌ها:

برای طراحی دست‌سازه‌ها و مدل‌های آموزشی، یادگیرنده در یک فرایند فعال قرار گرفته که شامل مراحل زیر می شود:

۱- تدریس مفاهیم و ساختار کلی و جزیی موضوع برای فراگیر.

۲- ارائه پیشنهاد ساخت دست‌سازه در مورد موضوع مورد بحث با استفاده از مواد و متریال‌های در دسترس دانش آموز (نظیر: پارچه، یونولیت، کاغذ، چوب، گچ، فوم آلومینیومی، پلاستیکی، مواد غذایی و خوراکی، وسایل دور ریختنی، گل و مانند آن).

۳- یادگیرنده مفاهیم اختصاصی مرتبط با مفهوم کلی را با استفاده از مواد و متریال‌های موجود در قالب دست‌سازه و مدل‌های خلاقانه خود تهیه می کند. این کار می‌تواند به صورت گروهی یا انفرادی انجام شود..

۴- مدرس یا یادگیرنده با کنار هم قرار دادن مفاهیم اختصاصی به جستجوی ساختاری می گردند که بتواند آنها را به یکدیگر مرتبط سازد.

۵- در نهایت مفهوم علمی به صورت دستی و یا با برنامه‌های رایانه‌ای طراحی می‌شود.

یافته‌ها

در بخش یافته‌ها مواردی از دست‌سازه‌ها و مدل‌هایی که در نمایشگاه‌های مختلف زیست‌شناسی، تارنماهای معتبر ارائه دهنده راهبردهای آموزشی، مقالات و مجلات معرفی شده‌اند، ارائه شده است. در مواردی دست‌سازه‌ها و مدل‌هایی که توسط نویسنده در کلاس‌های درس مورد استفاده قرار گرفته، نیز ارائه شده است.

انواع دست‌سازه‌ها و مدل‌های قابل استفاده در آموزش زیست‌شناسی:

۱ – ساخت

دست‌سازه‌های آموزشی با استفاده از نخ و پارچه

یکی از مباحث به نسبت سخت برای دانش‌آموزان، آشنایی با ساختار سلول و اندامک‌های درون آن (شامل: دستگاه گلژی، شبکه آندوپلاسمی، میتوکندری، کلروپلاست، لیزوزوم، ریبوزوم، پری اکسیزوم و واکوئل) و آشنایی با

شکل و نقش آنها است. تهیه دست‌سازه‌های مربوط به سلول‌ها نیازمند داشتن دانش اولیه از وجود و انواع دیواره، نوع اندامک‌های اختصاصی سلول‌های گیاهی و جانوری، شکل اندامک‌ها و جایگاه قرار گیری آنهاست. داشتن این آگاهی‌ها باعث می‌شود که دانش آموز با دقت بیشتر این دست‌سازه‌ها را ساخته و عمق بیشتری در یادگیری مفاهیم ایجاد کند. به کار بردن پارچه‌هایی با رنگ بندی متفاوت و برخورد روزانه در محیط زندگی یادگیری را بیشتر تثبیت خواهد کرد. شکل ۱- دست‌سازه و مدل دو بعدی از سلول‌های گیاهی و جانوری، مورفولوژی قلب و مسیر عروق با استفاده از نخ و پارچه.

۲ – ساخت

دست‌سازه‌های آموزشی با استفاده از یونولیت

یونولیت موجود در بسته‌بندی لوازم خانگی یا یونولیت‌های صفحه ای با قطرو ابعاد متفاوت را می‌توان به عنوان یکی از متریال‌های مناسب در ساخت دست‌سازه‌ها مورد استفاده قرار داد. ابزارهایی که می‌تواند برای برش یونولیت مورد استفاده قرار گیرند عبارتند از تیغ موکت بری یا سیم‌های باریکی که با جریان الکتریکی داغ می‌شوند. لازم به ذکر است که برای چسباندن قطعات یونولیتی، بعد از طراحی بخش‌های مختلف و برش آنها، از چسب مایع استفاده نشود چرا که یونولیت را ذوب می—کند. بنابراین به جای چسب بهتر است که از سریش استفاده شود.

۳ – ساخت

دست‌سازه و مدل‌های آموزشی با استفاده از خمیر بازی

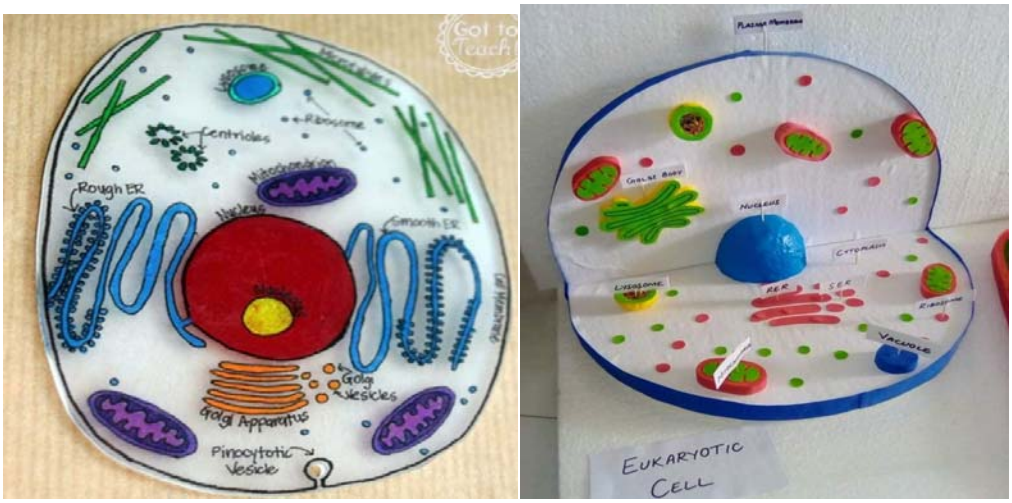
شکل پذیری، تنوع رنگ و در دسترس بودن خمیر بازی و قابلیت اتصال ساده قطعات خمیر به یکدیگر سبب می‌شود که بتوان از خمیر بازی به عنوان وسیله مناسبی برای ساخت الگوهای ویژه ای از پدیده‌های هنری (و از جمله زیستی) استفاده کرد.

شکل ۱- دست‌سازه ها

با خمیر بازی می‌توان ابتدا مفاهیم ساده و جزیی موجود در ساختار مورد نظر را به صورت جداگانه ساخت و سپس آنها را در کنار یکدیگر قرار دارد تا ساختار کلی پدیده مورد نظر شکل بگیرد. در شکل ۳ می‌توانید دست‌سازه و مدل ساخته شده از ساختار پوست با استفاده از خمیر بازی را مشاهده کنید که در آن اجزاء پوست شامل بافت پوششی، انواع گیرنده‌های پوست (دما، لمس، درد و فشار)، ساختار مو و بافت چربی نشان داده شده است.

شکل ۲- مدل سه بعدی از سلول‌های گیاهی و جانوری با استفاده از یونولیت.

شکل ۳- دست‌سازه و مدل ساختار پوست و سلول گیاهی با استفاده از خمیر بازی.

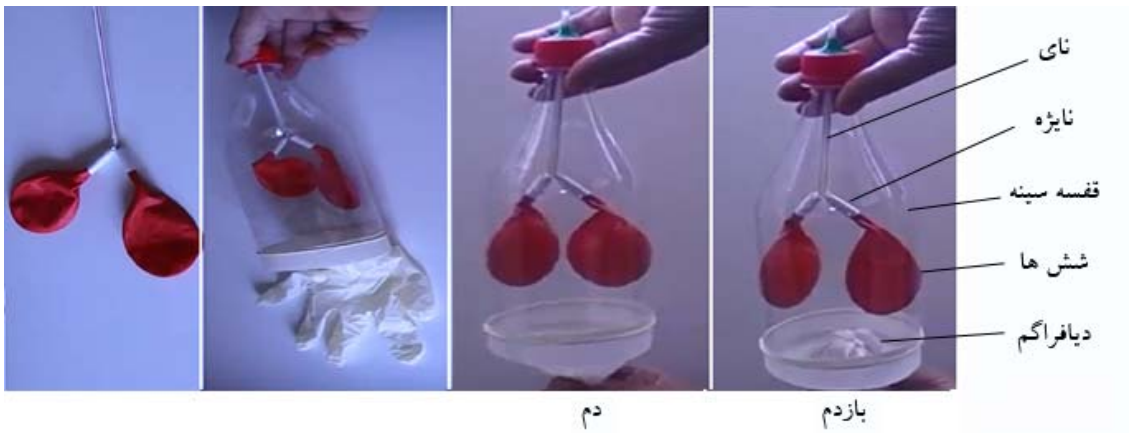


۴ – ساخت مدل قفسه سینه و عملکرد دیافراگم و شش‌ها

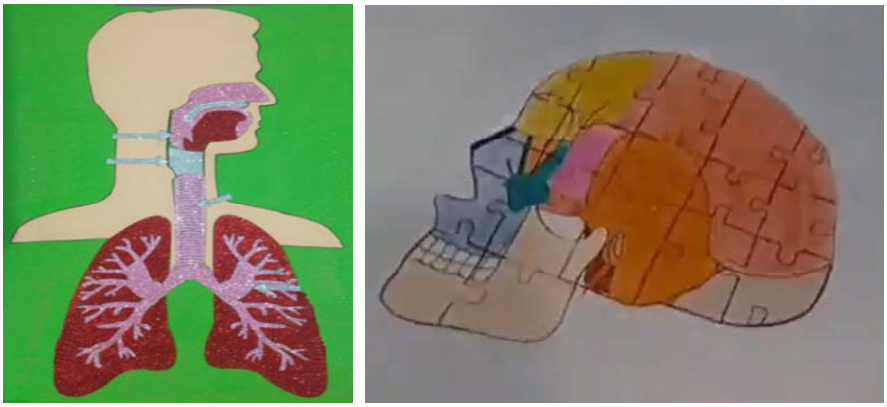
در شکل ۴ با استفاده از بطری نوشابه، نی، دستکش لاستیکی و دو بادکنک سالم مدل قفسه سینه برای درک عملکرد دیافراگم و شش‌ها ساخته شده است. در این مدل بادکنک‌ها معادل شش‌ها، نی معادل نای، دو شاخه پایین نی‌ها معادل نایژه‌ها، دیواره بطری نوشابه معادل دنده‌ها و دیواره قفسه سینه و و دستکش ته ظرف بطری نوشابه معادل دیافراگم هستند. با پایین کشیدن دستکش ته ظرف، وضعیت دیافراگم و شش‌ها طی دم و با بالا بردن دستکش ته ظرف وضعیت دیافراگم و شش‌ها طی بازدم قابل درک خواهد شد.

۵ – ساخت مدل دو بعدی شش‌ها و مجاری تنفسی با استفاده از کاغذ

دست‌سازه‌های کاغذی را به راحتی می‌توان برای ساخت شکل دو بعدی بسیاری از اندام‌های بدن مورد استفاده قرار داد. قابلیت برش آسان، رنگ پذیری و اتصال بخش‌های مختلف با استفاده از کاغذ، مقوا و یا کارتن، ساخت مدل‌ها را تسهیل می کند. شکل ۵ مدل شش‌ها و مجاری تنفسی با استفاده از کاغذ را نشان می دهد.



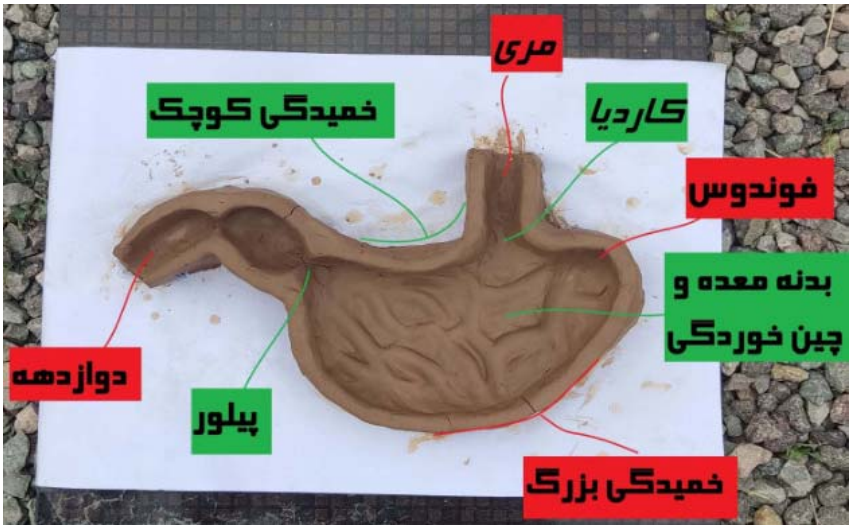
شکل ۴– مدل قفسه سینه و عملکرد دیافراگم و شش‌ها با استفاده از وسایل دور ریختنی.



شکل ۵- مدل شش‌ها و مجاری تنفسی و موقعیت استخوان‌های جمجمه با استفاده از کاغذ.

۶ - ساخت مدل معده با استفاده از گِل رُس

دست‌سازه‌های رسی یکی از روش‌های کم هزینه در درگیر شدن دست‌ها در یادگیری برای آموزش ساختارهای آناتومیکی سه‌بعدی در کلاس‌های درس زیست‌شناسی هستند که به دانش‌آموزان کمک می کنند ضمن یادگیری، اوقات مفرحی را تجربه کنند. این دست‌سازه‌ها را به راحتی می‌توان برای ساخت شکل سه بعدی بسیاری از اندام‌های بدن از جمله استخوان، کلیه، مغز و ... مورد استفاده قرار داد. در دسترس بودن و شکل پذیری، خشک شدن آسان، قابلیت رنگ پذیری و یا حتی پختن آنها در کوره‌های سفال گری از مزایای دیگر آنهاست. شکل ۵ مدل آنوتومیکی معده، بخش‌های مختلف آن و حتی چین و چروک سطح داخلی معده با استفاده از گل رس را نشان می دهد. باید توجه داشت که ساخت این مدل‌ها زمانی امکان پذیر است که درک درستی از مفاهیم درس اتفاق افتاده باشد و مدل سازی با این اطلاعات اولیه می‌تواند در تعمیق مفاهیم اثر بخش باشد.



شکل ۶- مدل آناتومیکی معده با استفاده از گِل رُس.

شکل ۷- مدل فسیل‌ها با استفاده از گچ.

۷ – ساخت مدل فسیل‌ها با استفاده از گچ

دست‌سازه‌های گچی را مشابه با همان ویژگی‌هایی که برای دست‌سازهای رسی مطرح شد، می‌توان مورد استفاده قرار داد؛ با این تفاوت که که اگر گچ به صورت زنده تهیه شود سریعتر خشک شده و حالت پذیری آن نیز سریع تر خواهد بود. از طرفی می‌توان با تراشیدن بخش‌های از گچ شکل‌های سه بعدی خاصی را ایجاد کرد. شکل ۷ دست‌سازه‌هایی از ساخت فسیل‌های جانوری به صورت فرورفته و برجسته را نشان می دهد.

۸ – ساخت مدل با استفاده از مواد غذایی و خوراکی

شکل دادن مواد غذایی در راستای مفاهیم زیست‌شناسی می‌تواند محصول پیش دانسته‌های آموخته شده قبلی بوده و منجر به تعمیق آموخته‌ها برای فرد سازنده و یادگیری بیشتر مشاهده کنندگان این مدل‌ها شود. در شکل ۸ برش کلیه برای پیتزایی طراحی شده که در آن بخش قشری و مرکزی کلیه به خوبی قابل تشخیص است. با استفاده از برش‌های سوسیس هرم‌های کلیه نمایش داده شده است. تاحیه لگنچه با استفاده از برش قارچ و گلومرول‌ها با قطعاتی از گوجه در ناحیه قشری نشان داده شده است. شکل ۸ قسمت ب فرایند الحاق وزیکول‌های داخلی به غشا را نشان می دهد. در این طراحی به خوبی می‌توان درک کرد که لایه خارجی غشا وزیکول‌ها به لایه داخلی غشا سلول و لایه داخلی غشا وزیکول به لایه خارجی غشا سلول می پیوندد و نهایتا موارد درون آن به بیرون سلول ترشح و یا دفع می‌شود . در طرح سلول که با

استفاده از مواد غذایی تهیه شده است حالت میتوکندری، شبکه آندوپلاسمی، هسته، ریبوزوم‌ها و لیزوزوم‌ها به خوبی نشان داده شده‌اند.

۹ – ساخت

مدل و دست‌سازه‌های زیست‌شناسی با استفاده از چوب

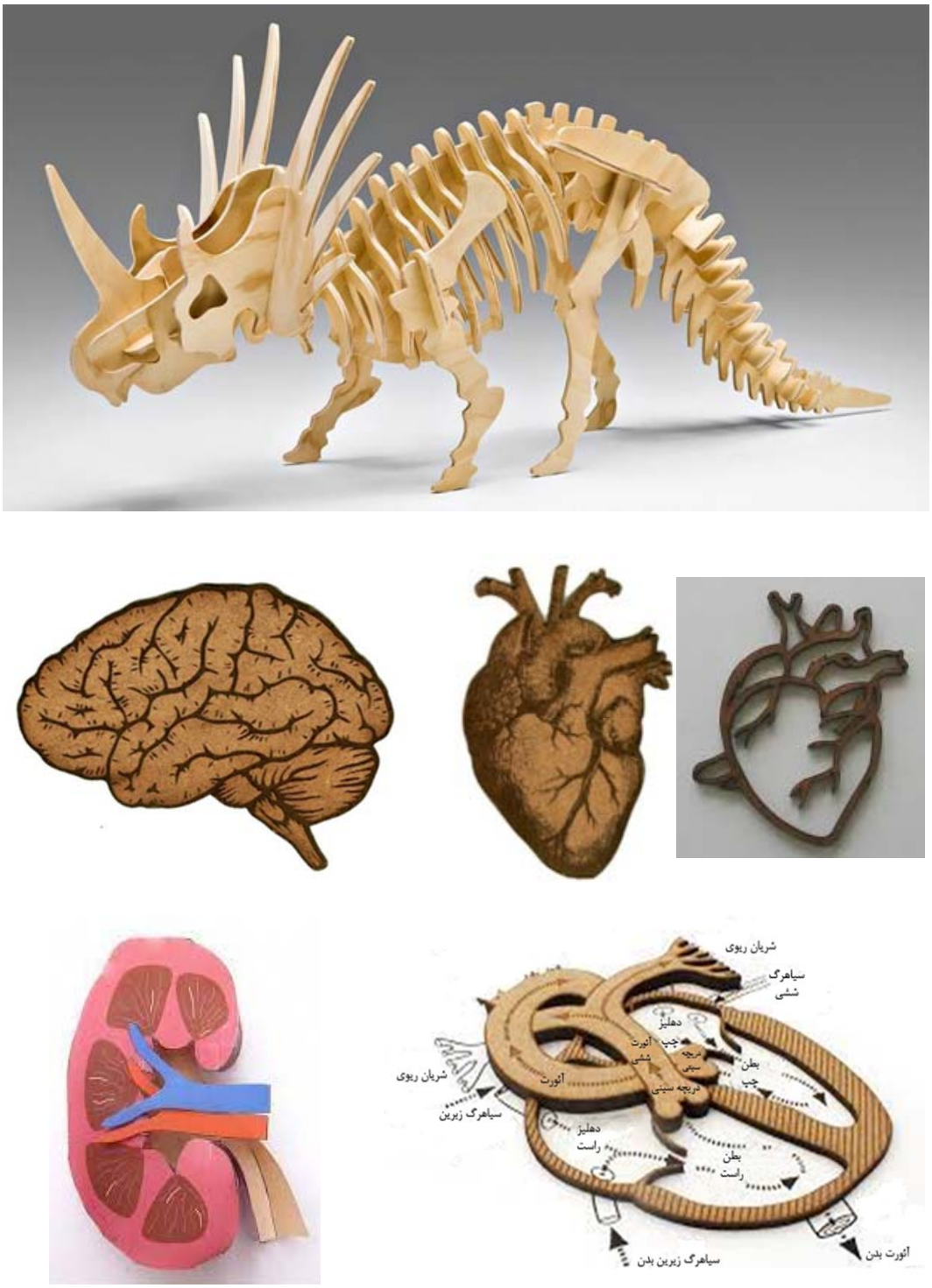
در دسترس بودن چوب و تخته و قابلیت برش و تراش آسان همراه با رنگ آمیزی و ماندگاری دست ساخته، این شرایط را فراهم می کند که فراگیران و مدرسان بتوانند برای ساخت دست‌سازه‌های دو بعدی و سه بعدی زیست‌شناسی از چوب استفاده کنند. چند مورد از دست‌سازه‌های چوبی ساخته شده در شکل ۹ ارائه شده است. ساخت اسکلت دایناسورها با استفاده از نقشه‌های آماده که در سایت‌های مخلف وجود دارد می‌تواند جذابیت و یادگیری بهتری از وضعیت این جانوران منقرض شده را برای فراگیران فراهم کند.

۱۰ – ساخت مدل

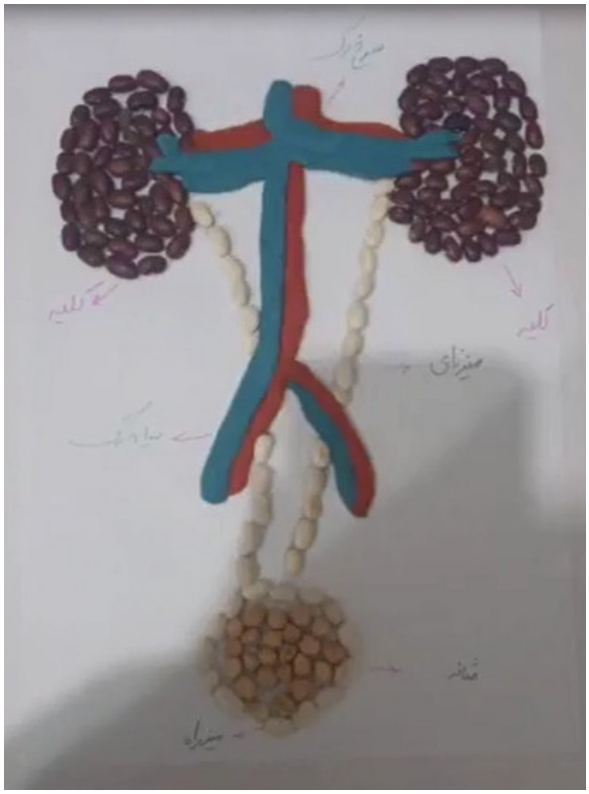
و دست‌سازه‌های زیست‌شناسی با استفاده از حبوبات

شکل ۱۰ استفاده از حبوبات برای طراحی و مدل سازی ارتباط کلیه، میزنای و مثانه را نشان می دهد که همراه با خمیر بازی برای نشان دادن ارتباط این بخش‌ها با رگ‌های خونی استفاده شده است. سازمان دادن این طرح می‌تواند مفاهیم از پیش آموخته نظیر شکل لوبیایی کلیه‌ها، زوج بودن آنها، نقش میزنای در ارتباط دادن کلیه‌ها و مثانه، شکل و تعداد مثانه سازنده را بیان کند و در آموزش همین مفاهیم برای سایر فراگیران اثر بخش باشد.

شکل ۸– ساخت مدل برش کلیه (بالا) و فرایند اگزوسیتوز (پایین) با استفاده از مواد غذایی.



شکل ۹- ساخت مدل سه بعدی اسکلت دایناسور و قلب، و مدل دو بعدی مغز، قلب و کلیه با استفاده از برش و تراش چوب.



شکل ۱۰- استفاده از حبوبات برای طراحی و مدل سازی ارتباط کلیه، میزنای و مثانه

۱۱ – ساخت مدل DNA با استفاده از یونولیت

یکی از مباحث بسیار مهم در تدریس زیست‌شناسی، ساختار مولکول DNA است. در مسیر علم با ارائه مدل واتسون و کریک درک ساختار این مولکول برای دانشمندان امکان پذیر شد. برخی از مدل‌های ساده‌تر را که می‌توان به وسیله مدرسان یا فراگیران ساخت، تدریس یا یادگیری این مبحث را ساده تر می‌کند. شکل ۱۱ دست‌سازه‌ای ساخته شده از یونولیت و موی بافته شده برای مولکول DNA را نشان می دهد. استفاده از دست‌سازه اطلاعاتی را در اختیار فرا گیر قرار می دهد که تدریس این مبحث را برای معلم و یادگیری آن برای فراگیر تسهیل می کند. با استفاده از این مدل می‌توان به راحتی نشان داد که مولکول DNA دورشته است، شبیه نردبان است، در نرده‌های این نردبان گروه قند و فسفات و در پله‌ها آن بازهای آلی وجود دارد، در مقابل باز آلی C باز آلی G و در مقابل باز آلی A باز آلی T قرار می گیرد و بلعکس.

۱۲ – ساخت مدل جایگاه اندام‌های گوارشی با استفاده از یونولیت

شکل ۱۲ دست‌سازه‌ای یونولیتی برای جایگاه اندام‌های گوارشی در بدن انسان را نشان می دهد. همچنان که در این دست‌سازه دیده می‌شود، می‌توان هر یک از بخش‌های دستگاه گوارش را با رنگ متفاوت رنگ آمیزی کرد تا قابلیت بهتری برای تدریس داشته باشد. با استفاده از این مدل به راحتی می‌توان انواع، شکل، جایگاه قرارگیری و ارتباط اندام‌های گوارشی با یکدیگر را برای فراگیران مشخص کرد.

۱- مدل سازی تجسمی جایگاه اندام با استفاده از برش‌های پارچه یا کاغذ بر روی بدن:

۲- شکل ۱۳ مدل سازی تجسمی جایگاه اندام با استفاده از برش‌های پارچه یا کاغذ بر روی بدن یک دانش آموز را نشان می دهد. در این مدل، ذهن و بدن دانش‌آموزان برای کشف علم با یکدیگر کار می‌کنند. بازخورد جسمی و همچنین اقدامات نتیجه گیری باعث تقویت

روند یادگیری آنها می‌شود. این ایده به خوبی می‌تواند به وسیله لباس‌های پوشیدنی به تفکیک هر یک از دستگاه‌های بدن طراحی و ساخته شود و در روند تدریس مورد استفاده قرار گیرد.

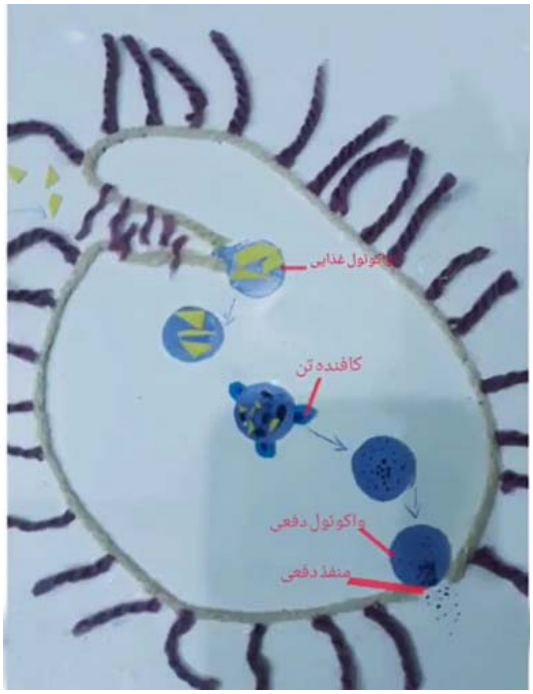
شکل ۱۱- مدل مولکول DNA با استفاده از یونولیت و موی بافته شده

۳- ساخت مدل نوکلئوزوم با استفاده از خمیر بازی: درجه فشردگی کروموزوم و ساختار نوکلئوزوم‌ها را می‌توان با استفاده از خمیر بازی مشابه با آنچه در شکل ۱۴ مشاهده می‌شود به صورت یک دست‌سازه طراحی کرد. نوکلئوزوم‌ها ساختارهایی هستند که در نتیجه پیچیدن DNA (حدود دو دور) به دورد ۸ مولکول هیستون پدید می آیند. با استفاده از این طرح می‌توان به اهمیت هیستون‌ها به عنوان پروتئین‌هایی در ساختار کروموزوم که در پیچ خوردن و فشرده کردن مولکول DNA کمک می‌کنند اشاره کرد.

شکل ۱۲- دست‌سازه ای یونولیتی برای جایگاه اندام‌های گوارشی. ←

شکل ۱۳- مدل سازی تجسمی جایگاه اندام با استفاده از برش‌های پارچه یا کاغذ بر روی بدن.

شکل ۱۴- ساخت مدل توکلئوزوم با استفاده از خمیر بازی.

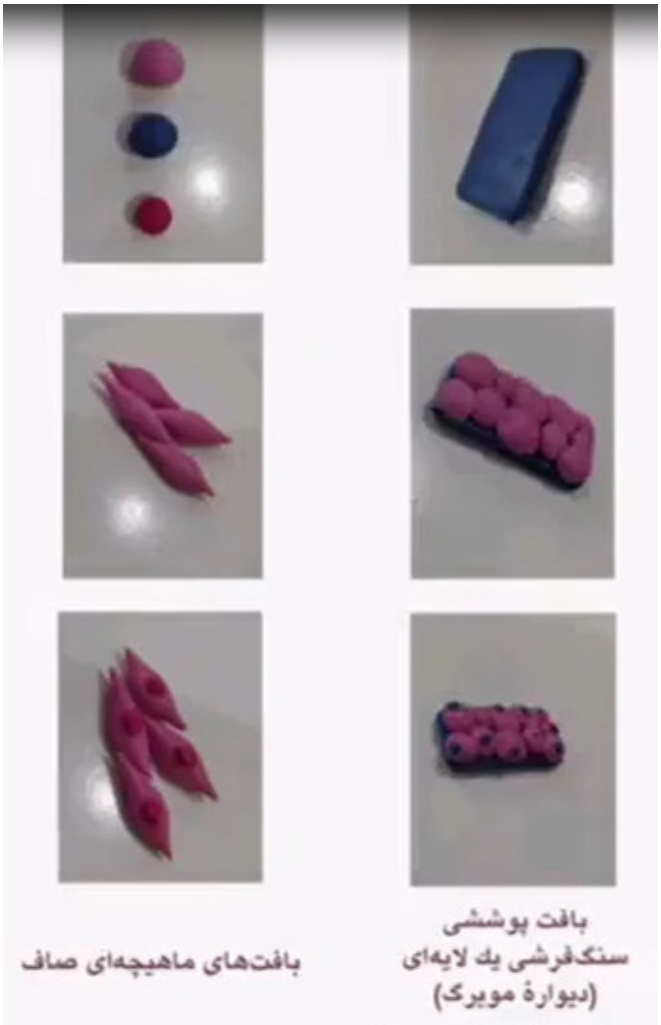


شکل ۱۵- مدل پارامسی و مراحل تغذیه در آن با استفاده از نخ و کاغذ.

۴- ساخت مدل پارامسی و مراحل تغذیه در آن با استفاده از نخ و کاغذ : یکی از محدودیت‌ها در مطالعه جانداران میکروسکوپی، عدم دسترسی به میکروسکوپ در بسیاری از مدارس است. از این رو ساخت دست‌سازه‌هایی مربوط به شکل و ساختار این جانداران تا حدودی می‌تواند این خلاء را پر کند. شکل ۱۵ مدل ساخته شده از پارامسی و مراحل تغذیه در آن را نشان می دهد. با استفاده از این طرح به راحتی می‌توان نشان داد که این جاندار تک سلولی

است و در اطراف آن تعداد زیادی مژک وجود دارد. این جاندار تک سلولی دارای دهان سلولی است که مواد غذایی با زنش مژک‌ها به آن وارد می‌شوند و واکوئل غذایی با روش آندوسیوز در انتهای آن تشکیل می‌شود. لیزوزوم‌ها (کافنده تن) به واکوئل‌های غذایی اضافه می‌شوند و واکوئل گوارشی تشکیل می‌شود. پس از جذب مواد واکوئل دفعی تشکیل و مواد زاید با فرایند اگزوسیتوز از منفذ دفعی به خارج دفع می‌شود.

۵- مدل بافت‌ها با استفاده از خمیر بازی : انواع بافت‌ها و شکل سلول‌های هر بافت را می‌توان با استفاده از خمیر بازی طراحی کرد. مدل سازی بافت‌های پوششی و بافت ماهیچه ای صاف با این روش در شکل ۱۶ نشان داده است. با استفاده از این طرح ساده به راحتی می‌توان نشان داد که در بافت‌های پوششی غشاء پایه وجود دارد و سلول‌ها به صورت فشرده در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. در حالی که در بافت ماهیچه ای صاف سلول‌های دوکی شکل و فاقد غشاء پایه هستند.



شکل ۱۶- ساخت مدل بافت‌ها با استفاده از خمیر بازی.

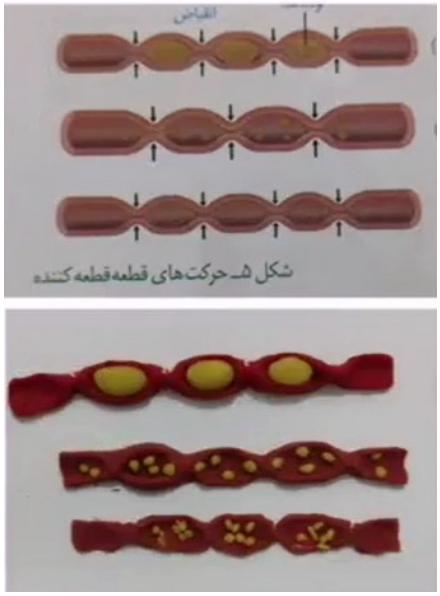
۶- مدل سه بعدی گل با استفاده از صابون: صابون قالبی با قابلیت برش آسان می‌تواند در ساخت مدل‌هایی نظیر مدل سه بعدی گل مورد استفاده قرار گیرد. اگر چه در بسیاری موارد استفاده از گل‌های طبیعی برای بررسی ساختار گل آسان‌تر است، اما مهارت مدل سازی آنها در مواردی که امکان دسترسی به آنها وجود ندارد اهمیت پیدا می کند. شکل ۱۷ یک مدل سه بعدی گل را نشان می دهد. با استفاده از این مدل‌ها می‌توان تعداد قطعات گل را به فراگیران نشان داد و دیاگرام گل را به صورت دو بعدی ترسیم کرد.

۷- مدل سه بعدی حرکات قطعه قطعه شونده با استفاده از خمیر بازی: شکل ۱۸ مدل سه بعدی حرکات قطعه قطعه شونده با استفاده از خمیر بازی را نشان می دهد. همچنان که در مدل ساخته شده مجسم شده است وقوع این حرکات می‌تواند با ایجاد توده‌های ریزتر غذای گوارش یافته به جذب غذا و حرکات توده غذا در روده کمک کنند. درک واقعی از حرکات قطعه قطعه شونده با مدل سازی از آنها می‌تواند تکمیل شود.

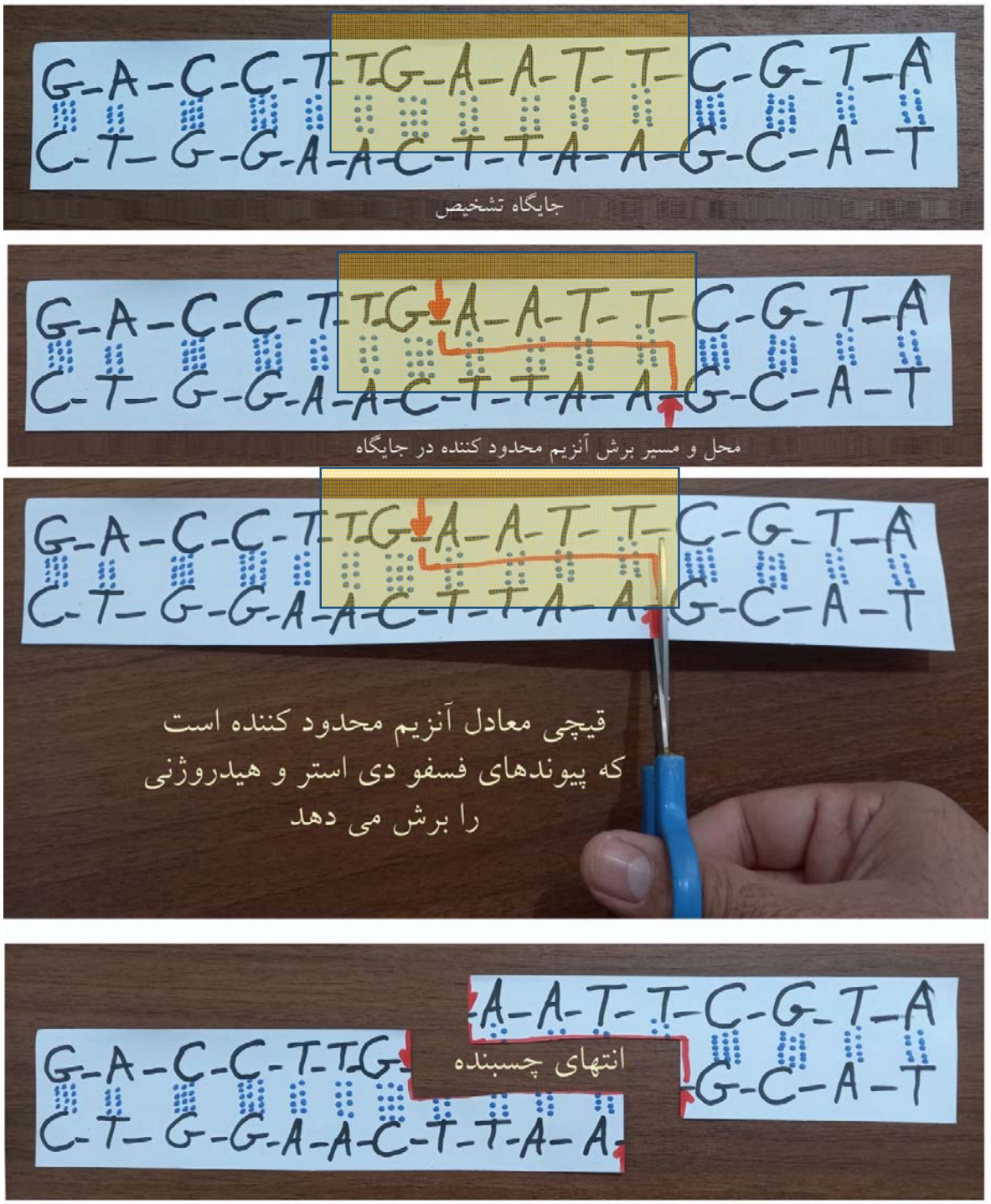
۸- مدل سازی ایجاد انتهای چسبنده در عمل آنزیم محدود کننده با استفاده از کاغذ و قیچی: آنزیم‌های محدود کننده می‌توانند جایگاه تشخیص آنزیم را به دو صورت صاف یا چسبنده برش بزنند. یکی از آنزیم‌های اندونوکلئاز که انتهای چسبنده ایجاد می کند EcoRI است که توالی $\frac{GAATTC}{CTTAAG}$ را ششناسایی و پیوند قسقو دی استر را بین نوکلئوتیدهای G و A در هر دو رشته برش می زند. برای تسهیل درک این موضوع برای فراگیران می‌توان از مدل کاغذی (توالی DNA) و قیچی (نقش آنزیمی) استفاده کرد. با این مدل می‌توان نشان داد که آنزیم EcoRI یک آنزیم اندونوکلئاز است که توانایی شکستن ۲ پیوند فسفودی استر و ۸ پیوند هیدروزنی در هر جایگاه تشخیص را دارد و بعد از برش DNA دو انتهای چسبنده تک رشته ای با توالی AATT و TTAA ایجاد می کند که مکمل یکدیگرند.

۹- مدل سازی ایجاد DNA نوترکیب با استفاده از کاغذ و قیچی: برای تسهیل درک تولید دنای نوترکیب برای فراگیران می‌توان از مدل نوار کاغذی (به عنوان توالی DNA) و قیچی (به عنوان آنزیم محدود کننده) و نوار چسب (به عنوان آنزیم لیگاز) استفاده کرد. با این مدل می‌توان نشان داد که آنزیم EcoRI به عنوان یک آنزیم اندونوکلئاز دو جایگاه تشخیص در ژنوم انسانی و یک جایگاه تشخیص در توالی پلازمیدی دارد و بعد از برش توالی ژنوم انسانی و پلازمیدی انتهای چسبنده یکسانی را ایجاد می کند که مکمل یکدیگرند، و با ایجاد رابطه مکملی (ایجاد پیوند هیدوژنی) زمینه تشکیل دنای نوترکیب فراهم می‌شود. تشکیل پیوند فسفودی استر می‌تواند با اتصال لبه‌های انتهای چسبنده با نوار چسب نشان داده شود.

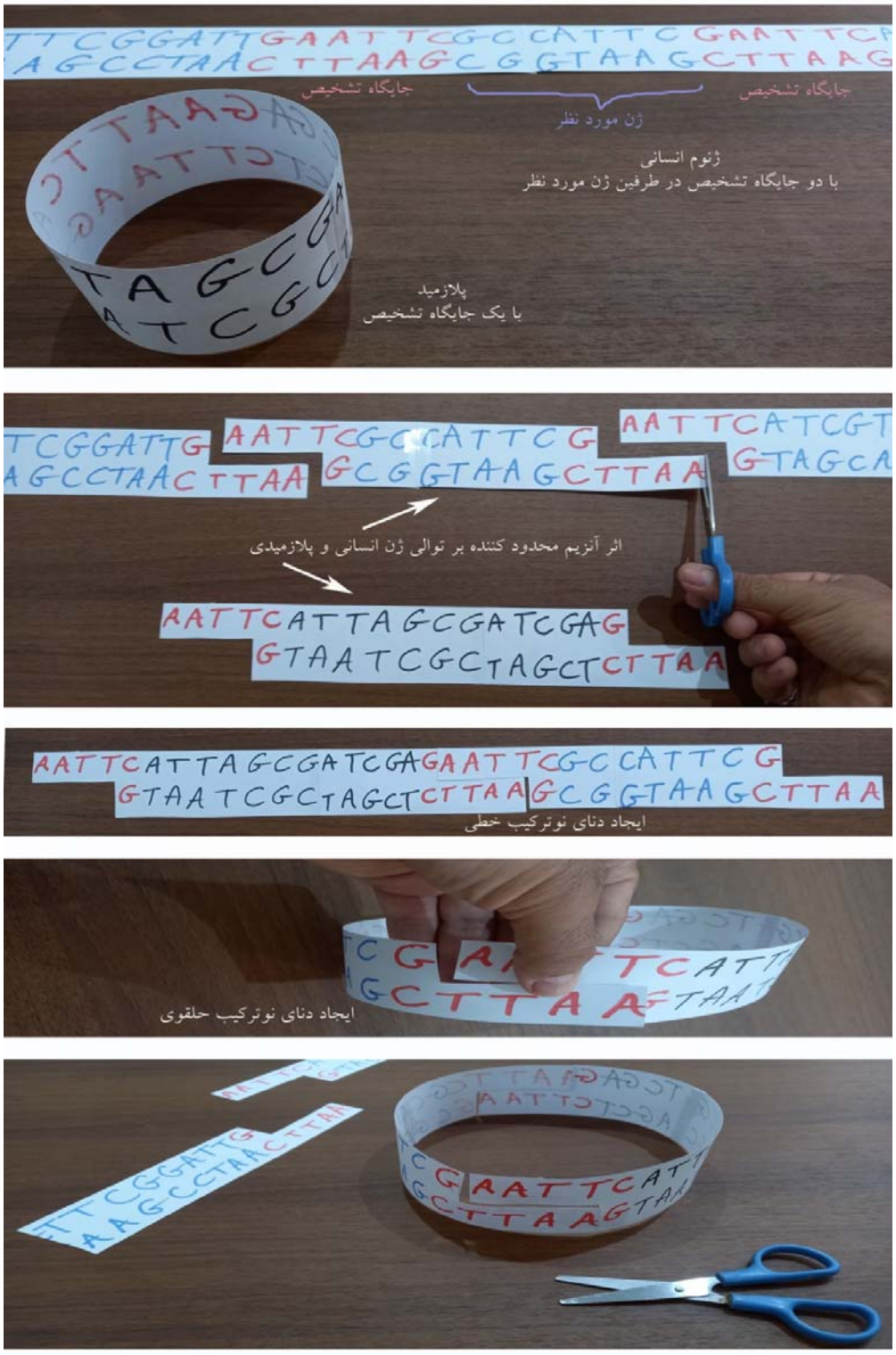
شکل ۱۷- مدل سه بعدی گل با استفاده از صابون قالبی



شکل ۱۸- مدل سه بعدی حرکات قطعه قطعه کننده با استفاده از خمیر بازی.



شکل ۱۹- مدل سازی ایجاد انتهای چسبنده در عمل آنزیم محدود کننده با استفاده از کاغذ و قیچی.

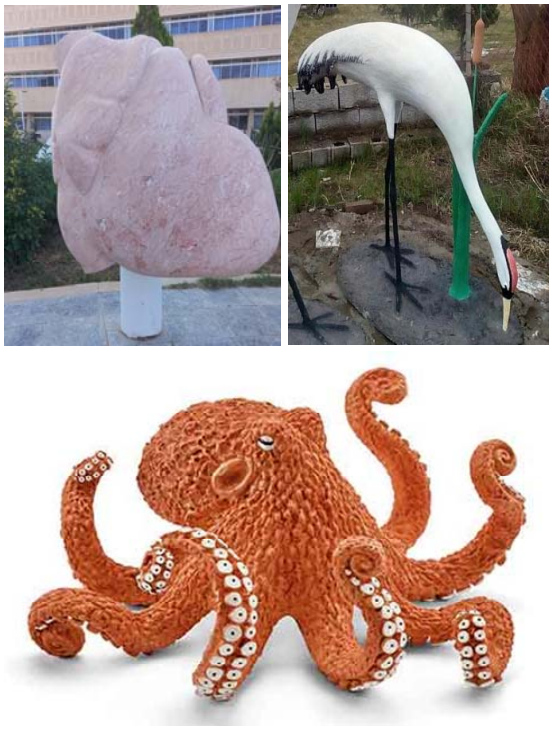


شکل ۲۰- مدل سازی ایجاد DNA نوترکیب با استفاده از کاغذ و قیچی

۱۰- **مدل‌سازی از ریخت‌شناسی خارجی میوه‌ها و جانوران با استفاده از خمیر بازی:** شکل ۲۰ ساخت شکل ظاهری بادنجان و نهنگ با استفاده از خمیر بازی را نشان می دهد. شکل پذیری خمیر بازی این قابلیت را فراهم می کند تا فراگیر ضمن ساخت آنها به طور دقیق تر با جزئیات ریختی آنها آشنا شوند.

۱۱- **مدل مجسمه‌های سنگی یا بتنی اندام‌ها و جانوران:** شکل ۲۱ مجسمه سنگی قلب و مجسمه بتنی پرنده را نشان می دهد. ساخت این مدل‌ها می‌تواند در جهت آشنایی با ریخت‌شناسی اندام و ویژگی ساختاری موجودات زنده اثر بخشی مناسبی داشته باشد.

شکل ۲۱- تولید مورفولوژی خارجی میوه‌ها و جانوران با استفاده از خمیر بازی



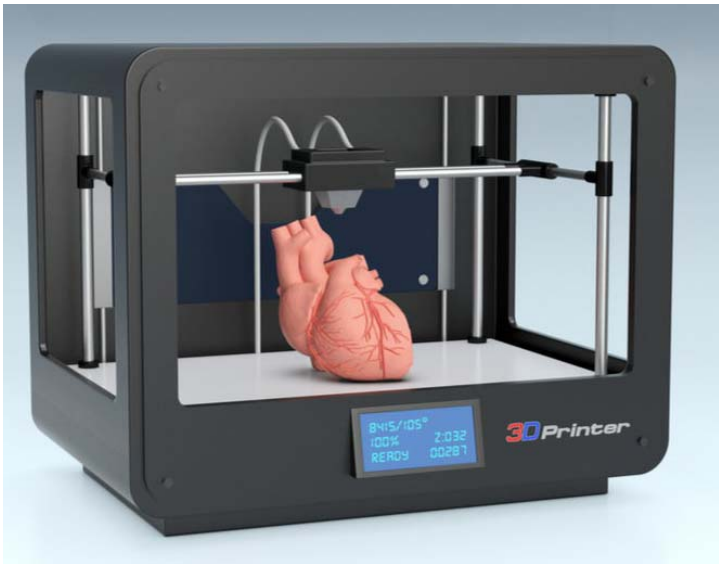
شکل ۲۲ - مدل مجسمه‌های سنگی، بتنی یا چوبی اندام‌ها و جانوران

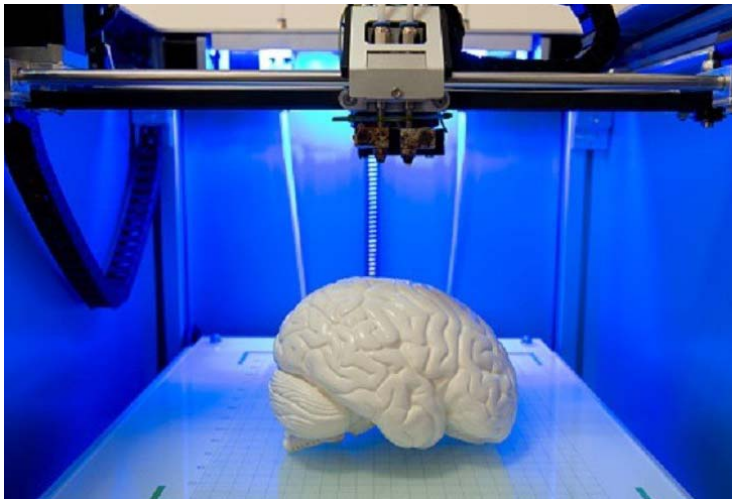
۱۲ – مدل سازی مورفولوژی جانوری با روش عروسک سازی: شکل ۲۲ نمونه ای از ساخت مدل‌های جانوری در قالب عروسک‌های کاریکاتوری را نشان می دهد. ساخت این مدل‌ها نیاز به آشنایی دقیق با ساختارهای زیستی و جانوری داشته که ضمن ایجاد جذابیت‌های آموزشی می‌تواند شرایط یادگیری را تسهیل کند. مدل هزار پای گوشتخوار در شکل ۲۲ ویژگی ساختاری این جانور از جمله بندبند بودن بدن، اتصال یک جفت پا به به هر بند بدن، وجود یک جفت شاخک را به خوبی نشان می دهد.

۱۳ – تهیه مدل کره چشم با استفاده از یونولیت و کاغذ: شکل ۲۴ مدلی یونولیتی از کره چشم می باشد که می‌تواند برای نشان دادن موقعیت صلبیه، رگ‌های خونی سطح آن، عضلات خارج چشم، محل خروج عصب چشم و نشان دادن این موضوع که این مدل مربوط به کره چشم چپ می باشد اهمیت داشته باشد.

شکل ۲۳– مدل سازی مورفولوژی جانوری با روش عروسک سازی

شکل ۲۴– تهیه مدل کره چشم با استفاده از یونولیت و کاغذ





شکل ۲۵ – تهیه مدل قلب و مغز با استفاده از پرینتر سه بعدی

۱۴ – تهیه مدل با استفاده از پرینتر سه بعدی: در برخی از موارد نیاز به ساخت قطعات یا مدل‌های بیولوژیکی داریم که شمن داشتن کاربرد به عنوان ابزار کمک آموزشی، دارای ظرافت دقیقی باشند تا مفاهیم آموزشی را به صورت کاملتر و واقعی تر به فراگیر منتقل کنند. در چنین مواردی مدل مورد نظر به صورت دیجیتال طراحی شده و با استفاده از پرینتر سه بعدی با رنگ‌های مد نظر ساخته می‌شود. اگر چه در این روش پرینتر سه بعدی مکانیزه در ساخت مدل مورد نظر دخالت دارد ولی در هر حال یک شیوه مدرن برای ساخت قطعات و مدل‌های مورد نظر در علم و صنعت به شمار شمار می آید (شکل ۲۵).

بحث و نتیجه گیری

بررسی فرضیه‌های پژوهش

فرضیه اول: تدوین ساختار آموزش زیست‌شناسی با استفاده از دست‌سازه‌ها و مدل سازی امکان پذیر است.

نمونه‌های ارائه شده از مدل‌ها و دست‌سازه‌های مباحث زیست‌شناسی نشان می دهد که این روش‌ها را می‌توان در تدوین ساختار آموزش زیست‌شناسی به عنوان یک ابزار کمک‌آموزشی مورد استفاده قرار داد. با استفاده از روش مدل سازی و استفاده از دست‌سازه‌ها می‌توان حجم وسیعی

از مفاهیم آموزشی را در مدارس و دانشگاه‌ها به صورت ساده‌تر و با اتلاف وقت کمتر نسبت به روش‌های سنتی به دانش‌آموزان و دانشجویان منتقل کرد و آن‌ها را در رسیدن به سطوح عالی تفکر انتزاعی و حل مسئله یاری داد. استفاده از این روش یادگیری، یادسپاری و یادآوری مطالب گسترده زیست‌شناسی در گرایش‌های مختلف را با استفاده از مدل‌ها و دست‌سازه‌ها را تسهیل می‌کند. استفاده از راهبردهای نوین آموزشی از جمله شیوه مدل‌سازی و استفاده از دست‌سازه‌ها علاقه و رغبت فراگیران و معلمان در استفاده از این راهبردهای تدریس را به شیوه‌ای مؤثر افزایش می‌دهد.

فرضیه دوم: ترغیب دانش‌آموزان به مدل سازی در مباحث زیست‌شناسی سطوح مختلف یادگیری را مورد توجه قرار می دهد.

با توجه به تفاوت در سبک‌های یادگیری دانش‌آموزان و تفاوت‌های فردی در آنان، استفاده از مدل سازی و دست‌سازه‌ها به هر دانش‌آموز کمک می‌کند تا از عملکرد های شناختی سطح بالا مانند تحلیل، ساخت، ترکیب و ارزشیابی به‌طور مداوم استفاده کند. استفاده از انواع متفاوت مدل‌ها و دست‌سازه‌ها می‌تواند شیوه‌های نادرست فکری دانش‌آموزان را اصلاح و بهترین راهبرد یادگیری را با توجه به موقعیت‌های یادگیری فراهم کند. در آموزش زیست‌شناسی دبیرستان، استفاده از دست‌سازه‌ها و مدل‌ها می‌توانند برای توصیف و ساده‌سازی پدیده‌ها یا به تصویر کشیدن ویژگی‌های کلی مورد استفاده قرار گیرد. دست‌سازه‌ها و مدل‌ها می‌تواند فرآیندهای علمی پیچیده را نشان دهند، از جمله وضعیت اندام‌ها در بدن، شکل سلول‌ها و ساختار اندامک‌های آنها، و هم می‌توانند برای قابل مشاهده کردن موجودیت‌های انتزاعی و پیش‌بینی رویدادهای واقعی استفاده شوند. با این حال، استفاده از مدل‌ها در آموزش زیست‌شناسی اغلب به اهداف توضیحی یا ارتباطی محدود می‌شود و از عملکرد علمی که همراه با استفاده از مدل‌ها در علم است، غفلت می‌کند. این موضوع تا حدی به این دلیل است که بسیاری از معلمان تجربه مدل سازی علمی را ندارند. آنها مدل‌ها را ابزاری مفید برای آموزش در مورد محتوای علمی می دانند، اما نه در مورد ماهیت علم (ویندشیتل، تامپسون و براتن، ۲۰۰۸).

این امر، ایجاد دیدگاه علمی پیچیده‌تر در مورد استفاده از مدل‌ها و دست‌سازه‌ها در زیست‌شناسی برای دانش‌آموزان را دشوار می‌کند.

در مورد ساخت مدل‌ها و دست‌سازه‌ها از دو جنبه می‌توان آنها را مورد توجه قرار داد ۱: استفاده از دست‌سازه به وسیله معلم در تدریس ۲: ساخت دست‌سازه‌ها به وسیله فراگیر. در مواردی که معلم از دست‌سازه‌ها برای تدریس استفاده می کند بحث از حالت انتزاعی و سخنرانی صرف خارج شده و یادگیری می‌تواند به سطوح بالاتر در هرم یادگیری از جمله مشاهده، دیدن و به کار بستن انتقال داده شود و اثربخشی تدریس افزایش یابد. در مواردی هم که از فراگیر خواسته می‌شود تا بر اساس تدریس انجام شده و با شناختی که از موضوع بحث پیدا کرده است دست‌سازه یا مدلی را بسازد و به کلاس ارائه کند، در نتیجه سازماندهی ذهنی مطالب علاوه بر عمق بخشی به مفاهیم درس، فراگیر طرح خلاقانه‌ای را جستجو می کند که بتواند مفاهیم آموخته شده را به صورت تجسمی بازآرایی کند. بنابراین استفاده از دست‌سازه در تدریس معلم و یادگیری فراگیر اثر بخشی لازم را دارد.

باید توجه داشت که هر یک از دست‌سازه‌ها و مدل‌هایی که در بخش یافته‌ها ارائه شده است می‌تواند با روش‌ها و متریال‌های دیگر نیز ساخته شوند. در تمام موارد دانش آموز پس از یادگیری مفاهیم دقیق درس در سطوح دانشی قرار می گیرد که می‌تواند آنها را به کار گرفته و به سطوح بالاتر یادگیری یعنی آنالیز، ترکیب و به کارگیری دست یابد. آنچه مهم است محدودنساختن دانش آموز و اجازه دادن به تکمیل پروژه‌ها با روش‌های خلاقانه و ابتکارات شخصی است.

به طور کلی مدل‌سازی به پژوهش و آموزش علمی در زمینه علوم زیستی، اکتشاف جهان زنده، تبیین پدیده‌ها و فرآیندها و تدوین پیش‌بینی‌ها در مورد پدیده‌های مورد مطالعه به نحو احسن کمک می کند. کسب مهارت و تمرین مکرر الگوسازی در مطالعه زیست‌شناسی دوره متوسطه در کنار سایر روش‌های یادگیری اکتشافی خاص زیست‌شناسی، اولین گام در جهت شکل گیری تفکر علمی دانش‌آموزان و حرکت به سوی شکل گیری و تمرین شایستگی‌ها در زمینه‌های علمی، مشاهده، بررسی و توضیح جهان زنده است. باید بر این نکته تاکید کنیم که روش

مدل‌سازی فرصت تحریک و شکل‌گیری توانایی‌های فراشناختی را در اختیار دانش‌آموزان قرار داده و می‌تواند مراحل یادگیری، تشریح و استدلال را به نمایش گذاشته و نقش مهمی در بیمه کردن یک یادگیری معنادار، منطقی و پایدار داشته باشد. در کنار مدل‌های سنتی که می‌توانیم در درس‌های زیست‌شناسی از آنها استفاده کنیم، توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات فرصت‌های مختلفی را برای استفاده از ظرفیت‌های روش مدل‌سازی که برای نوسازی تدریس زیست‌شناسی دبیرستان ضروری است، ارائه می‌دهد.

پیشنهادات

۱- به دانش‌آموزان تأکید شود می‌توانند هر دست‌سازه ای را که به موضوع درس مربوط باشد درست کنند و به نمایش بگذارند (پرورش خلاقیت).

۲- نمره خوبی برای دست‌سازه‌ها در نظر گرفته شود (تشویق).

۳- برگزاری نمایشگاه دائمی دست‌سازه‌های دانش آموزی و دانشجویی درس علوم تجربی و زیست‌شناسی.

۴- برگزاری مسابقه دست‌سازه‌های دانش آموزی و دانشجویی.

۵- نصب مدل‌ها و دست‌سازه‌های دانش آموزی در محیط کلاس و آزمایشگاه.

۶- شرکت دادن فعال دانش‌آموزان سازنده مدل‌ها و دست‌سازه‌ها در فعالیت‌های آموزشی درس علوم‌تجربی و زیست‌شناسی.

۷- هدایت مدل‌ها و دست‌سازه‌ها با ابتکارات جدید به سمت جشنواره‌های خوارزمی یا جابر بن حیان.

۸- برگزاری دوره‌های ضمن خدمت برای معلمان با هدف به کار گیری روش مدل‌سسسازی و دست‌سازه‌ها در تدریس.

منابع

کیانی ف. (۱۳۸۶). رویکردهای فیزیک و تأثیر آن در آموزش، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه الزهرا، تهران.

مهدیان، مهرداد؛ منیری، رضوان؛ وکیلی، زریچهر؛ رمضانی، یداله. (۱۳۸۱). ارزیابی اهداف یادگیری گروههای آموزشی دانشگاه علوم پزشکی کاشان .مجله ایرانی آموزش در علوم پزشکی. ۲ :۳۸-۲۸.

Francoeur, E. (1997). The forgotten tool: The design and use of molecular models. Social Studies of Science, 27, 7–40. doi:10.1177/030631297027001002.

Gouvea, J., & Passmore, C. (2017). ‘Models of’ versus ‘Models for’. Science and Education, 26, 49–63. doi:10.1007/s11191-017-9884-4.

Gilbert, S. W. (1991). Model building and a definition of science. Journal of Research in Science Teaching, 28, 73–79. doi:10.1002/tea.3660280107.

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. International Journal of Science Education, 22, 1011–1026.

Hoskinson et al. (2014). Bridging physics and biology teaching through modelling, American Journal of Physics.82 (5), 434 – 441.

Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2003). Teachers’ views on the nature of models. International Journal of Science Education, 25, 1369–1386. doi:10.1080/0950069032000070324.

Krell, M., & Krüger, D. (2017). University students’ meta-modelling knowledge. Research in Science and Technological Education, 35, 261–273. Doi:10.1080/02635143.2016.1274724.

Odenbaugh, J. (2005). Idealized, inaccurate but successful: A pragmatic approach to evaluating models in theoretical ecology. Biology and Philosophy, 20, 231–255. doi:10.1007/s10539-004-0478-6.

Oh, P. S., & Oh, S. J. (2011). What teachers of science need to know about models: An overview. International Journal of Science Education, 33, 1109–1130. doi:10.1080/09500693.2010.502191.

Passmore, C., Gouvea, J. S., & Giere, R. (2014). Models in science and in learning science: Focusing scientific practice on sense-making. In M. Mathews (Ed.), International handbook of research in history, philosophy and science teaching. Dordrecht: Springer. doi:10.1007/978-94-007-7654-8.

Schwarz, C. V., & White, B. Y. (2005). Meta-modeling knowledge: Developing students’ understanding of scientific modeling. Cognition and Instruction, 23, 165–205. doi:10.1207/s1532690xci2302_1.

Svoboda, J., & Passmore, C. (2013). The strategies of modeling in biology education. Science and Education, 22, 119–142. doi:10.1007/s11191-011-9425-5.

White, B. Y., Collins, A., & Frederiksen, J. R. (2011). The nature of scientific meta-knowledge. Models and Modeling. Dordrecht: Springer. doi:10.1007/978-94-007-0449-7.

Upmeier zu Belzen, A., & Krüger, D. (2010). Modellkompetenz im biologieunterricht [model competence in biology education]. Zeitschrift Für Didaktik Der Naturwissenschaften, 16, 41–57.

Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. Science Education, 92, 941–967. doi:10.1002/sce.20259.

Developing the teaching of biology by means of modeling and hand-made models

Farasat H.

Dept. of Science, Farhangian University, Tehran, I.R. of Iran.

Abstract

In line with the programs of the biology education group and the national biology secretariat (local activities section) and in order to create creativity in students, especially in experimental science and biology courses, the use of modeling and hand-made structures is of particular importance. The purpose of this article is to provide examples of the use and advantages of modeling in the compilation of biology education in a thematic manner. The statistical society of this study includes all biology books in the second secondary level in the field of biology. The research method in this descriptive research was done by using documentary studies, translating the content of sites that provide educational solutions for educational institutions and using the author's personal experiences. In this study, more than 25 plans and models are presented in biology education, so it can be stated that the modeling method can be implemented in biology education. Compared to conventional methods, modeling-based education can have a positive effect on various cognitive levels of Bloom, including knowledge, understanding, and especially understanding and application of materials, and it leads to the improvement of teaching-learning activities.

Keywords: School, Institute, Teaching, Learning, Basic Sciences.