

آموزش فعالیت‌های عملی آزمایشگاهی

اشاره

در حالی که آموزش زیست‌شناسی بدون فعالیت‌های علمی ناقص است و آزمایشگری نقش مهمی در تقویت مهارت‌ها و نگرش‌های دانش‌آموزان دارد، وضعیت فعالیت‌های عملی و آزمایشگاهی زیست‌شناسی در مدارس کشورمان چندان رضایت‌بخش نیست. برای تعیین جایگاه واقعی فعالیت‌های عملی در آموزش زیست‌شناسی به سراغ مرکزی در کشورمان می‌رویم که با گرفتن الگو از کشورهای مختلف جهان به‌طور جدی فعالیت‌های علمی زیست‌شناختی را با دانش‌آموزان انجام می‌دهد: «دوره تابستانی المپیاد زیست‌شناسی کشور». می‌دانیم که در حدود چهل نفر از کسانی که در دومین مرحله آزمون المپیاد زیست‌شناسی کشور پذیرفته می‌شوند، در کلاس‌های نظری و عملی دوره‌ای که از سوی باشگاه دانش‌پژوهان جوان، وابسته به مرکز ملی پرورش استعدادها در خشان وزارت آموزش و پرورش برگزار می‌شود و آن را «دوره تابستانی» می‌نامند، شرکت می‌کنند. کلاس‌های عملی این دوره شامل طراحی و اجرای آزمایش‌های زیست‌شناختی در زمینه‌های متفاوت این علم تجربی است. آنچه در پی می‌آید، پاسخ به پرسش‌هایی پیرامون اجرای فعالیت‌های آموزشی و سنجشی آزمایشگاهی در المپیاد زیست‌شناسی کشور ایران است.



مریم غلامی

کارشناس آزمایشگاه باشگاه دانش‌پژوهان جوان

کلیدواژه‌ها: المپیاد زیست‌شناسی، دوره تابستانی، آزمایشگاه

با عنوان تیم ملی زیست‌شناسی دانش‌آموزی کشور به مسابقات جهانی اعزام می‌شوند. جذاب‌ترین و قابل توجه‌ترین بخش این المپیاد، به گواهی دانش‌آموزانی که در آن شرکت کرده‌اند، دوره تابستانی است. این دوره در شرایط عادی تقریباً هشت هفته طول می‌کشد و شش هفته آموزشی و دو هفته آزمون دارد.

● چه کسانی در دوره تابستانی شرکت می‌کنند؟

● حدود ۴۰ نفر از دانش‌آموزانی که از سراسر

● «دوره تابستانی» جذاب‌ترین دوره

● اگر از آزمون کنکور سراسری بگذریم، می‌توانیم با جرئت ادعا کنیم که بزرگ‌ترین آزمونی که سالانه در آموزش زیست‌شناسی متوسطه کشور روی می‌دهد، آزمون المپیاد زیست‌شناسی است که همگام با المپیاد جهانی زیست‌شناسی در کشور ما برگزار می‌شود. این المپیاد در کشور ما در چند مرحله برگزار می‌شود که نهایت آن تعیین چهار نفر از دانش‌آموزان برتر است که در آزمون‌های متعدد و مختلف رتبه‌های اول تا چهارم را به دست آورده‌اند و

۵۰ درصد از نمره المپیاد

جهانی زیست‌شناسی که

می‌توان گفت برنامه آن

میانگین برنامه‌های درسی

دهها کشور عضو است، به

آزمایشگاه اختصاص دارد



● مبنای آموزش دوره تابستانی سرفصل‌های المپیاد جهانی زیست‌شناسی است و آزمون‌های پایانی نیز که معیار سنجش دانش‌پژوهان است، براساس همین سرفصل‌هاست.

● دوره تابستانی: تلاش برای برقراری عدالت آموزشی

● در جهت تلاش برای یکسان‌سازی دانسته‌های دانش‌آموزانی که از سراسر کشور و مدارس متفاوت با امکانات نابرابر وارد دوره تابستانی می‌شوند، بسته به طول دوره، ابتدا چندین جلسه آزمایشگاه آموزشی برگزار می‌کنیم. این جلسات آموزشی از مباحث پایه

به منظور یکسان‌سازی دانسته‌های این دانش‌آموزان، بسته به طول دوره، ابتدا چندین جلسه آزمایشگاه آموزشی برگزار می‌کنیم

و ابتدایی شروع و در ادامه به یک جلسه جمع‌بندی در هر سرفصل، تحت عنوان آزمایشگاه نیمه‌سنجشی ختم می‌شوند. در این مرحله، دانش‌پژوهان علاوه بر سنجش آموخته‌های عملی خود با نحوه برگزاری آزمون و مدیریت زمان نیز تا حدودی آشنا می‌شوند. انتظار مطلوب در پایان این دوره آموزشی آن است که کلیه دانش‌پژوهان به سطح تقریباً یکسانی از فعالیت‌های عملی برسند و توانایی شرکت در یک آزمون عادلانه را که سرنوشت‌ساز و تعیین‌کننده است، پیدا کنند.

کشور در مرحله دوم این آزمون پذیرفته شده‌اند، در آن شرکت می‌کنند و به همین علت، به «دوره چهل» نیز معروف است. دانش‌آموزانی که در این «دوره چهل» شرکت می‌کنند، دو مرحله آزمون نظری را پشت سر گذاشته‌اند و پس از برگزاری یک دوره آموزشی فشرده به میزبانی باشگاه دانش‌پژوهان جوان، ۸ نفر از آن‌ها مدال طلای کشوری می‌گیرند.

● سرنوشت این هشت نفر چه می‌شود؟

● این هشت نفر از کنکور سراسری معاف می‌شوند. پس از برگزاری تعدادی آزمون نظری و عملی، از میان این هشت نفر، چهار نفر تحت عنوان «تیم ملی اعزامی المپیاد زیست‌شناسی کشوری» تعیین و برای شرکت در آزمون جهانی المپیاد زیست‌شناسی عازم کشور برگزارکننده می‌شوند.

● اهمیت فعالیت‌های عملی در دوره تابستانی چیست؟

● ۵۰ درصد از نمره المپیاد جهانی زیست‌شناسی که می‌توان گفت برنامه آن میانگین برنامه‌های درسی ده‌ها کشور عضو است، به آزمایشگاه اختصاص دارد. در المپیاد کشوری ما، ۴۰ درصد نمره آزمون‌های پایانی به آزمایشگاه تعلق دارد. آزمون‌های پایانی این دوره نوع مدال‌های هر دانش‌آموزان (طلا، نقره یا برنز) را تعیین می‌کنند. بنابراین، حساسیت برگزاری یک دوره آزمایشگاهی مناسب نیز از همین مطلب مشخص می‌شود که سعی می‌کنیم آزمونی عادلانه و مناسب برگزار کنیم.

● محتوای این دوره براساس چه معیارهایی تعیین می‌شود؟





المپیاد فضایی پویا و فعال دارد که برخلاف فضاهای آزمایشگاهی دیگر، مانند مراکز دانشگاهی یا تحقیقاتی و یا حتی آزمایشگاه‌های مدارس ایستا نیست و فضایی زنده دارد

● چه تفاوت یا تفاوت‌هایی بین این دوره با دوره‌های آزمایشگاهی رایج در مدارس یا دانشگاه‌ها وجود دارد؟ آزمایش‌هایی که در این دوره برگزار می‌شوند، چه ویژگی‌هایی دارند؟

● المپیاد فضایی پویا و فعال دارد که برخلاف فضاهای آزمایشگاهی دیگر، مانند مراکز دانشگاهی یا تحقیقاتی و یا حتی آزمایشگاه‌های مدارس ایستا نیست و فضایی زنده دارد. آنچه آزمایشگاه المپیاد زیست‌شناسی را از دیگر محیط‌های آزمایشگاهی متفاوت می‌کند، وجود دانش‌آموزانی است که بسیار پرشور و مشتاق‌اند و توان و انگیزه بسیاری برای یادگیری دارند؛ به طوری که انگیزه برگزارکنندگان را نیز افزایش می‌دهند. در واقع، ذهن آماده و روحیه سرشار از خلاقیت و انرژی فراوان این دانش‌آموزان مهم‌ترین عاملی است که آنان را از دیگر دانش‌آموزان متفاوت می‌کند. این دانش‌آموزان برگزیدگان کشور هستند؛ ولی چیزی که سوای هوش و استعداد در بسیاری از آن‌ها بسیار پررنگ جلوه می‌کند، پشتکار و جدیت آن‌ها در ادامه راهی است که انتخاب کرده‌اند. بارها شاهد دانش‌آموزانی بوده‌ام که در ابتدا از نظر کار عملی و آزمایشگاهی در وضعیت نامناسبی بوده‌اند؛ ولی در پایان دوره جزو برترین‌ها شده‌اند. در بخش عملی المپیاد، البته هوش و استعدادهای برتر و درخشان مؤثر است؛ ولی در نهایت، چیزی که تعیین‌کننده است، تلاش، پشتکار و جدیت خود دانش‌آموزان است. چه بسیار دانش‌آموزانی که از مناطق محروم به المپیاد می‌آیند و از کمبود امکانات آموزشی در مدارس خود شکایت می‌کنند و مثلاً می‌گویند که اولین بار است با میکروسکوپ کار می‌کنند. در مقابل دانش‌آموزانی داریم که از مدارس دیگری می‌آیند و اعتراض می‌کنند کار با میکروسکوپ برای آن‌ها بسیار

پیش‌پافتاده است و بهتر است کارهای مهم‌تری انجام دهند؛ اما گاه در پایان دوره مشاهده می‌شود که سطح کار آزمایشگاهی این دانش‌آموزان بسیار جا به جا شده است.

● دانش‌آموزان درباره کارهای عملی در مدارس خود چه نظرهایی دارند؟

● نظرسنجی‌های مان‌شان می‌دهند که متأسفانه به دلایل بسیاری که حتماً معلمان زیست‌شناسی کشور به خوبی می‌دانند، جایگاه بسیار ضعیف آزمایشگاه در مدارس باعث شده است که حتی دانش‌آموزان مدارس برتر هم چندان تجربه کار آزمایشگاهی در مدرسه نداشته باشند. به طوری که بسیاری از دانش‌آموزان مدارس خاص و برتر هم گفته‌اند که آزمایشگاه در مدرسه آن‌ها بیشتر جنبه تبلیغی و دکوری داشته؛ یا اینکه متصدی و مسئول آزمایشگاه به هر دلیلی از جمله ترس از خراب شدن وسایل، اجازه کار به آن‌ها نمی‌داده و در استفاده از امکانات آزمایشگاه همکاری لازم نداشته است. متأسفانه این کم‌رنگی فعالیت‌های آزمایشگاهی در مدارس نگران‌کننده است. در برخی موارد هم دانش‌آموزان گفته‌اند که خودشان پیش‌قدم شده‌اند و به پویایی و تجهیز آزمایشگاه مدرسه کمک کرده‌اند.

● دانش‌آموزان دوره تابستانی چه نقشی در طراحی و اجرای آزمایش‌ها دارند؟

● دانش‌آموزان المپیادی در کلیه مراحل طراحی، آماده‌سازی، برگزاری و اجرای آزمایش در آزمایشگاه دوره تابستانی المپیاد زیست‌شناسی کشور نقش دارند. دانش‌آموزانی که سال‌های قبل دوره تابستان را تجربه کرده‌اند و حالا دانشجویان دانشگاه هستند، در اجرای بهتر آزمایشگاه دوره‌های بعدی به دانش‌آموزان کمک می‌کنند. انرژی و توان فراوان، خلاقیت و پشتکار آن‌ها سرمایه‌ای است که سال‌های بعد به کمک برگزارکنندگان دوره جدید می‌آید. اینکه آزمایشی به صورت مشارکتی برگزار می‌شود، می‌تواند الگوی موفق‌تری برای برگزاری آزمایشگاهی باشد که در آن هم ایجاد انگیزه باشد و هم اینکه دانش‌آموزان فضای پشت صحنه آزمایشگاه را درک می‌کنند و همه مراحل را یاد می‌گیرند.

● از چه استادان یا معلمان استفاده می‌شود؟ ارتباط بین معلم و دانش‌آموز در این دوره چگونه است؟



● از آنجا که سرفصل‌ها و عناوین آزمایشگاهی دوره تابستانی تا حد بسیاری براساس آزمون‌های عملی المپیاد جهانی زیست‌شناسی است، یک اصل مهم برای برگزاری یک دوره آموزشی موفق و متناسب با نیازهای دانش‌پژوهان، داشتن ارتباط و تعامل با زیست‌شناسان برجسته از گرایش‌های مختلف زیست‌شناسی است. این افراد هم از نظر اطلاعات علمی و هم از نظر تکنیک‌های آزمایشگاهی و عملی جزء به‌روزترین افراد هستند. همین امر باعث می‌شود که دانش‌پژوهان علاوه بر یادگیری تکنیک‌های عملی، پاسخ بسیاری از پرسش‌های خود را در بسیاری از زمینه‌ها در همین ارتباطات به دست بیاورند.

دانش‌پژوهان بسیاری را سراغ دارم که مسیر سرنوشت و رشته تحصیلی آینده خود را در مشاوره و هم‌صحبتی با دانشجویان دکتری گرایش‌های مختلف زیست‌شناسی انتخاب کرده‌اند و در خلال

طول دوره بستگی دارد. براساس عناوین و سرفصل‌ها برنامه‌ریزی‌هایی صورت می‌گیرد و سپس طرح درس در مورد هر عنوان نوشته می‌شود. از آنجا که فضای المپیاد رقابتی و در عین حال پویاست، باید از تکرار و یکنواختی به دور باشد. به همین علت، تلاش طراحان و برگزارکنندگان آزمایشگاه‌ها بر آن است که هر سال دوره‌های متفاوت با دوره‌های قبلی برگزار کنند؛ ولی در عین حال کلیه مفاهیم پایه را در آموزش بگنجانند. می‌توان گفت چیدمان و طراحی آزمایشگاه برای هر دوره تابستانی منحصر به فرد و خاص همان دوره است.

سرفصل‌ها و عناوینی مثل زیست‌شناسی گیاهی و زیست‌شناسی جانوری با گرایش‌های آناتومی و تشریح، سیستماتیک و فیزیولوژی از عناوین ثابت هر دوره هستند. همچنین مفاهیم بنیادی و اولیه بیوشیمی نیز به‌عنوان پایه و اساس علم زیست‌شناسی در همه دوره‌های تابستانی، آموزش داده می‌شوند. دیگر موارد تخصصی ممکن است فقط برای آشنایی دانش‌پژوهان و در راستای آموزش روش‌های نوین آزمایشگاهی بسته به محل برگزاری دوره، امکانات دوره و در صورت فراهم بودن شرایط و وجود دستگاه‌های خاص آن آزمایشگاه، آموزش

نظر سنجی‌های ما نشان می‌دهند که جایگاه بسیار ضعیف آزمایشگاه در مدارس باعث شده است که حتی دانش‌آموزان مدارس برتر هم چندان تجربه کار آزمایشگاهی در مدرسه نداشته باشند

همین جلسات آزمایشگاهی توانسته‌اند راه خود را پیدا کنند و تصمیم‌های مهم و سرنوشت‌سازی در مورد آینده تحصیلی و کاری خود بگیرند.

● محتوای عملی دوره تابستانی چیست؟ چه سرفصل‌هایی به صورت عملی کار می‌شود؟
● تعداد جلسه‌های آزمایشگاه‌های آموزشی به

اینکه آزمایشی به صورت مشارکتی برگزار می‌شود، می‌تواند الگوی موفق‌تری برای برگزاری آزمایشگاهی باشد که در آن هم ایجاد انگیزه باشد و هم اینکه دانش‌آموزان فضای پشت‌صحنه آزمایشگاه را هم درک می‌کنند و همه مراحل را یاد می‌گیرند

داده شود. در ضمن، آزمایشگاه‌هایی مانند اکولوژی، رفتارشناسی و تکامل، فیلوژنی و در سال‌های اخیر بیوانفورماتیک هم به‌عنوان آزمایشگاه‌های کم‌هزینه‌تر که بسیار مورد علاقه و استقبال دانش‌پژوهان نیز قرار گرفته‌اند، به‌عنوان سرفصل‌های مناسبی برای آموزش و سنجش در نظر گرفته شده‌اند.

● دانش‌آموزان در آزمایشگاه گروه‌بندی می‌شوند یا افراد به‌طور مجزا کار می‌کنند؟

● چون امکان برگزاری هم‌زمان یک عنوان آزمایشگاهی برای هر ۴۰ نفر وجود ندارد، معمولاً دانش‌پژوهان به ۳ گروه ۱۴ نفری یا ۴ گروه ۱۰ نفری تقسیم می‌شوند. در جلسات آموزشی، هر ۳ یا ۴ گروه، به‌طور هم‌زمان در ۳ یا ۴ فضای آزمایشگاهی، ۳ یا ۴ عنوان آزمایشگاه را آموزش می‌بینند. به این صورت که هر دانش‌پژوه می‌تواند در طول یک روز در ۳ یا ۴ جلسه متفاوت آزمایشگاهی، به‌صورت چرخشی از ۸ صبح تا ۴ یا ۶ بعد از ظهر شرکت کند. بدین ترتیب، تقریباً در ۳۶ جلسه آزمایشگاه در پایان دوره آموزشی شرکت کرده است.

مزیت این روش استفاده بهینه از وقت دانش‌پژوهان با توجه به کوتاه و فشرده بودن دوره است. همین روش برای برگزاری آزمون‌های سنجشی و پایانی هم استفاده می‌شود.

● در جلسات پایانی آزمایشگاه‌های آموزشی، آزمایشگاه‌های جمع‌بندی (نیمه سنجشی) برگزار می‌شود که طی آن‌ها دانش‌پژوهان به تنهایی و با استفاده از پروتوکی که در اختیار دارند، به انجام آزمایش می‌پردازند. در این جلسات دانش‌پژوهان با نحوه برگزاری آزمون‌های پایانی آشنا می‌شوند و از آنجا که باید به تدریج وارد فضای رقابتی شوند، مدیریت زمان را نیز تمرین می‌کنند. برای آزمون‌های پایانی که بسیار حساس و سرنوشت‌سازند، اهمیت آماده‌سازی آزمایشگاه و سؤالات چندین برابر است. بکر بودن و تکراری نبودن موضوع‌های مورد نظر و ایجاد خلاقیت در طرح سؤال، طراحی هر آزمایش، پایلوت هر آزمایش و اطمینان از نحوه صحیح انجام آزمایش و به نتیجه و جواب مطلوب رسیدن، تهیه و چیدمان مواد و وسایل به‌صورت یکسان و همانند برای هر چهل نفر، قرنطینه کردن فضای آزمایشگاه و پارتیشن‌بندی، از مواردی است که ممکن است ساعت‌ها و روزها وقت را به خود اختصاص دهد. در برخی موارد، ممکن است تا آخرین لحظه تیم برگزارکننده مجبور شوند سؤال یا موضوع آزمایش مورد نظر را عوض کنند و هم‌چنین به علت محرمانه بودن موضوع آزمایش، بعضی موارد ممکن است در آخرین لحظات به حضور بیشتر افراد در آزمایشگاه ممکن باشد.

● آزمون پایانی چگونه برگزار می‌شود؟

● روش انجام هر آزمایش چگونه است؟



● در آزمایشگاه‌های المپاد زیست‌شناسی به روش المپاد جهانی زیست‌شناسی ابتدا مقدمه یا توضیحی در مورد موضوع آزمایش بیان می‌شود و سپس دستورالعمل انجام آزمایش در اختیار دانش‌پژوهان قرار می‌گیرد. هم‌چنین روش کار هر آزمایش در آزمون‌های سنجشی نیز در اختیار دانش‌پژوه قرار می‌گیرد. تصاویر و پیوست‌هایی که به روش انجام آزمایش کمک بیشتری می‌کنند نیز در دسترس دانش‌پژوه قرار دارند. این نوع دستورالعمل‌ها به ویژه در آزمون‌ها به دانش‌پژوهان کمک می‌کنند تا به تنهایی آزمایش مورد نظر را مرحله به مرحله انجام دهند و به جواب برسند.

● مثالی از دستورالعمل مربوط به آزمایشگاه آموزشی: بررسی کرک‌ها و انواع آن.

مقدمه

کرک‌ها ساختارهایی تخصصی و انواع متفاوتی از زوائد تک‌سلولی و چندسلولی روپوست هستند. آن‌ها را براساس نقشی که دارند به دو دسته تقسیم می‌کنند: ۱. کرک‌های پوششی یا محافظ ۲. کرک‌های ترشچی. کرک‌های پوششی به شکل‌های بسیار متنوع تک‌سلولی ساده، تک‌سلولی منشعب، چندسلولی منشعب مطبق، چندسلولی منشعب سپری‌شکل و غیره دیده می‌شوند. در کرک‌های ترشچی برخلاف کرک‌های پوششی نوک کرک متورم و گرد است. در این قسمت به مشاهده و بررسی ریخت‌شناسی کرک‌های پردازیم. دستگاه، مواد و وسایل مورد نیاز:

- میکروسکوپ نوری یک عدد
- لوپ یک عدد
- نمونه‌های گیاهی شامل:
 - گلبرگ گل رز یا گل سرخ (دولپه) یک عدد
 - برگ اسطوخودوس یا رزماری یک عدد
 - میوه یا برگ کیسه‌کشیش یا قدمه یک عدد
 - برگ شمعدانی یک عدد
 - برگ زیتون یک عدد
 - برگ گیاه برگ‌بیدی
 - برگ چنار یک عدد
- پیپت پاستور یک عدد
- لام هفت عدد
- لامل هفت عدد
- پتری دیش یک عدد
- تیغ یک عدد
- قطره‌چکان یک عدد

چون امکان برگزاری هم‌زمان یک عنوان آزمایشگاهی برای هر ۴۰ نفر وجود ندارد، معمولاً دانش‌پژوهان را به ۳ گروه ۱۴ نفری یا ۴ گروه ۱۰ نفری تقسیم می‌کنیم

روش کار

۱. یک قطره آب روی لام بریزید.
 ۲. با تراشیدن سطح برگ کرک‌ها را روی قطره آب قرار دهید.
 ۳. برای نمونه‌های نرم و تازه با کرک‌های بزرگ مانند برگ شمعدانی و برگ بیدی قطعه‌ای از لبه برگ را ببرید و کرک‌ها را با لوپ بررسی کنید.
 ۴. لامل را روی قطره آب بگذارید.
 ۵. نمونه‌های میکروسکوپی آماده شده را با میکروسکوپ بررسی کنید.
- جدول زیر را براساس مشاهدات خود کامل کنید.

نام نمونه	شکل کرک	نوع کرک پوششی یا ترشچی، یک‌سلولی یا چندسلولی، ساده یا منشعب، سوزنی، مدور، سپری، ستاره‌ای و ...
؟		سپرمانند، چندسلولی منشعب
برگ چنار	؟	؟
؟	؟	چندسلولی منشعب
؟	؟	کرک ترشچی
برگ بیدی	؟	؟
میوه کیسه‌کشیش	؟	؟