

منابع آموزشی برای هر حله‌ی اول الیپیادهای علمی

الهیاد زیست‌شناسی

کتابخانه
نخستین جوان و
استادان ایرانی

ژنتیک کلاسیک

مؤلف: رضا ساه نظر نژاد خالصی

سر ویراستار: محمد کرام الدینی
عضو کمیته‌ی المپیاد زیست‌شناسی باشگاه دانش‌زوهان جوان

مدیر اجرایی مجموعه: حسین میرزایی



مدیر تولید: فرید مصلحی
حروفچینی: زهرا ایمانی نصر
نمونه خوانی: شقایق میرصیافی

طراحی جلد: زهرا قورچیان
صفحه آرایی: علی ابوالحسنی
آماده سازی تصاویر: فاطمه ثقفی
نظارت بر چاپ: علی محمدپور
لیتوگرافی: آمیتیس
چاپ و صحافی: خاشع

منابع آموزشی برای مرحله اول المپیادهای علمی ژنتیک کلاسیک

مؤلف: رضا شاهنظر نژاد خالصی
ناشر: انتشارات فاطمی
چاپ اول، ۱۳۹۲
شمارگان: ۱۵۰۰ نسخه
قیمت: ۹۰۰۰ تومان
شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۳۱۸-۷۵۲-۱
ISBN 978-964-318-752-1
کلیه حقوق برای انتشارات فاطمی محفوظ است.

نشانی دفتر: تهران، میدان دکتر فاطمی، خیابان جویبار، خیابان میرهادی، شماره ۱۴
تلفن: ۸۸۹۴۵۵۴۵ (خط ۲۰) • www.fatemi.ir • info@fatemi.ir
نشانی فروشگاه: خیابان انقلاب، خیابان دانشگاه، تقاطع شهدای ژاندارمری
تلفن: ۶۶۹۶۱۷۲۸



شاهنظر، رضا، ۱۳۷۰-

ژنتیک کلاسیک/ مؤلف رضا شاهنظر نژاد خالصی؛ سرویراستار محمد کرام الدینی؛ مدیر اجرایی مجموعه حسین میرزایی. - تهران: فاطمی، ۱۳۹۲.
چهارده، ۱۷۰ص: مصور، جدول، نمودار. - (منابع آموزشی برای مرحله اول المپیادهای علمی: زیست شناسی)

ISBN 978-964-318-752-1

فیبا.

کتابنامه: ص. ۱۶۹.

۱. المپیادها (زیست شناسی). ۲. ژنتیک. ۳. ژنتیک - مسائل، تمرین ها و غیره. الف. کرام الدینی، محمد، ویراستار. ب. عنوان.

۳۷۳/۲۳۸۰۷۶

۹۷۸/۳۰۶۰/۲۴/ش LB

۱۳۹۲

کتابخانه ملی ایران

۳۱۲۶۵۵۶

هفت	درباره ناب
نه	سخن ناشر
یازده	پیشگفتار مؤلف
۱	فصل ۱. زیربنای وراثت
۱	۱-۱ شاخه‌های علم ژنتیک
۴	۲-۱ سلول و وراثت
۶	زنگ آمار: زنگ اول - اصل جمع و اصل ضرب
۱۰	۱-۲ وراثت در پروکاریوت‌ها
۱۱	۲-۲ وراثت در یوکاریوت‌ها
۱۴	۳-۱ چرخه سلولی
۱۷	۱-۳ میتوز
۲۱	۲-۳ میوز
۲۶	۴-۱ از ژنوتیپ تا فنوتیپ
۲۸	۱-۴ حکم محوری (Central Dogma)
۳۰	۵-۱ تنوع
۳۱	۱-۵ تنوع ژنتیکی
۳۷	زنگ آمار: زنگ دوم - مبانی احتمال
۴۲	زنگ آمار: زنگ سوم - احتمال متهم
۴۵	۲-۵ تنوع با ژنوتیپ یکسان
۴۶	پرسش‌های فصل ۱

۴۹	فصل ۲. الگوهای وراثت یک ژن
۴۹	۱-۲ قواعد پایه‌ای در ژنتیک کلاسیک
۵۲	۲-۲ وراثت صفات تک‌ژنی مستقل
۵۳	۱-۲-۲ الگوهای دو اللی اتوزوم و آمیزش آزمون
۵۸	۲-۲-۲ الگوهای دو اللی وابسته به جنس
۵۹	۳-۲-۲ تشخیص الگوی وراثت از روی شجره‌نامه
۶۱	۴-۲-۲ الگوهای وراثت چند اللی
۶۵	زنگ آمار: زنگ چهارم - جایگشت و ترکیب
۶۸	زنگ آمار: زنگ پنجم - نکاتی درباره ترکیبیات
۶۸	۳-۲ آزمایش‌های مندل و مورگان
۶۹	۱-۳-۲ آزمایش‌های مندل
۷۲	۲-۳-۲ آزمایش‌های مورگان
۷۷	پرسش‌های فصل ۲

۸۱	فصل ۳. الگوهای وراثت چند ژن
۸۱	۱-۳ وراثت چند ژن مستقل
۸۱	۱-۱-۳ آمیزش دی‌هیبریدی
۸۵	۲-۱-۳ آمیزش پلی‌هیبریدی
۸۷	۲-۳ وراثت چند ژن پیوسته
۸۷	۱-۲-۳ پیوستگی
۹۲	۲-۲-۳ کراسینگ اوور و نوترکیبی
۹۴	۳-۲-۳ تهیه نقشه ژنی
۹۹	پرسش‌های فصل ۳

۱۰۳	فصل ۴. ژنتیک جمعیت
۱۰۳	۱-۴ خزانه ژنی
۱۰۶	۲-۴ تعادل هاردی - واینبرگ
۱۱۲	۳-۴ کاربرد ژنتیک جمعیت در حل مسائل ژنتیک مندلی
۱۱۶	۴-۴ کاربرد احتمال شرطی در حل مسائل ژنتیک

۱۱۶	زنگ آمار: زنگ ششم - احتمال شرطی
۱۲۲	۵-۴ عوامل برهم زننده تعادل هاردی - واینبرگ
۱۲۲	۵-۴ ۱- انتخاب طبیعی
۱۲۶	۵-۴ ۲- جهش
۱۲۷	۵-۴ ۳- شارش و رانش ژن
۱۲۸	۵-۴ ۴- آمیزش غیر تصادفی
۱۳۲	۶-۴ صفات نادر
۱۳۴	پرسش‌های فصل ۴
۱۳۹	فصل ۵. الگوهای خاص وراثت
۱۳۹	۵-۱ وراثت کروموزوم‌های جنسی در موجودات مختلف
۱۳۹	۵-۱-۱ تعیین جنسیت
۱۴۰	۵-۱-۲ جبران مقداری
۱۴۱	۵-۱-۳ آزمایش‌های بریجز
۱۴۴	۵-۲ بروز شرطی فنوتیپ‌ها
۱۴۴	۵-۲-۱ اثر شرایط محیطی در بروز فنوتیپ
۱۴۴	۵-۲-۲ نفوذ و تجلی
۱۴۵	۵-۲-۳ اثر جنسیت بر فنوتیپ
۱۴۷	۵-۳ اپیستازی
۱۵۳	۵-۴ خویشاوندی
۱۵۳	۵-۴-۱ محاسبه تشابه (قرابت) ژنتیکی
۱۵۵	۵-۴-۲ اثر تشابه ژنتیکی بر حل مسائل ژنتیک
۱۵۵	۵-۴-۳ درجه خویشاوندی
۱۵۷	۵-۵ وراثت سیتوپلاسمی
۱۵۸	۵-۶ اپی ژنتیک
۱۵۹	پرسش‌های فصل ۵
۱۶۱	پیوست ۱: پرسش‌های زنگ آمار
۱۶۵	پیوست ۲: صفات و بیماری‌های ژنتیکی مهم
۱۶۹	منابع

درباره ناپ

ناپ بخشی است در مؤسسه فرهنگی فاطمی

که وظیفه تأمین منابع آموزشی مفید برای نخبگان جوان و استعداد‌های برتر کشور را بر عهده دارد. رشد خلاقیت، افزایش توان رقابت و ارتقای علمی دانش‌پژوهان علاقه‌مند به مسابقه‌های علمی، به‌ویژه المپیادهای علمی داخلی و بین‌المللی، مورد توجه این بخش است. کتاب‌ها و منابع آموزشی ناپ در همین چارچوب با همکاری کارشناسان و صاحب‌نظران باتجربه با شیوه‌نوآورانه و دقت بالایی علمی تألیف و منتشر می‌شود. کتاب‌های ناپ علاوه بر آنکه برای دانش‌آموزان مشتاق به حضور در مسابقه‌ها و المپیادهای علمی مفید است، برای کلیه دانش‌آموزانی که علاقه‌مند به فراگیری عمیق مطالب علمی در سطحی فراتر از برنامه‌های عادی مدارس هستند نیز سودمند خواهد بود. دانش‌جویان و دبیران محترم نیز می‌توانند از «کتاب‌های ناپ» به‌عنوان مرجعی قابل اعتماد استفاده کنند.

ناپ
نخبگان جوان و
استعدادهای برتر

سخن ناشر

از رویدادهای پربدبخش سال‌های اخیر، توجه وزارت آموزش و پرورش و استقبال دانش‌آموزان ممتاز دوره دبیرستان از المپیادهای علمی است. بسیاری از دانش‌آموزان مستعد برای عضویت در تیم‌های ملی المپیاد و حضور در مسابقات علمی در سطح جهان تلاش می‌کنند. بی‌شک موفقیت در این عرصه مستلزم پشتکار، وسعت و عمق معلومات، مهارت در حل مسئله، خلاقیت و نوآوری است. اما از سوی دیگر وجود منابع آموزشی سودمند و قابل اعتماد نیز برای کسب موفقیت‌ها ضروری و حتمی است.

مجموعه منابع آموزشی برای مرحله اول المپیادهای علمی شامل بیش از ۴۰ عنوان کتاب درسی و کتاب تمرین و مسائل است که براساس برنامه‌های درسی المپیادهای داخلی کشور در رشته‌های ریاضی، کامپیوتر، فیزیک، نجوم، شیمی، زیست‌شناسی و ادبیات فارسی طراحی شده است. این مجموعه را جمعی از مؤلفان با تجربه که در تدریس کلاس‌های المپیاد سابقه ممتد دارند و استادانی که تجربه سرپرستی تیم‌های المپیاد جهانی را برهنده داشته‌اند تألیف و ویرایش کرده‌اند.

در طراحی و تألیف کتاب‌ها تلاش شده است تا آنجا که ممکن است تمام سرفصل‌های برنامه درسی المپیاد پوشش داده شود. بنابراین، این مجموعه می‌تواند به عنوان یک منبع درسی قابل اعتماد در کلیه مدارس کشور که دانش‌آموزان را برای رقابت در مسابقات علمی کشور آماده می‌کنند مورد استفاده قرار گیرد. از طرف دیگر روش نگارش کتاب‌ها و وجود مثال‌های حل شده فراوان این امکان را نیز فراهم می‌کند تا دانش‌آموزان علاقه‌مند در اقصی نقاط کشور بتوانند، حتی بدون نیاز به معلم، با مطالعه آنها خود را برای رقابت در المپیادهای علمی آماده کنند.

برای پشتیبانی علمی از کتاب‌های این مجموعه و تعامل با دانش‌آموزان و مدرسان، وبگاه مخصوصی پیش‌بینی شده است که به‌زودی راه‌اندازی می‌شود.

پیشگفتار مؤلف

بخش مهمی از پرسش‌های آزمون‌های المپیاد کشوری و جهانی زیست‌شناسی هم از نظر کمیت و هم از نظر دشواری به مبحث ژنتیک کلاسیک اختصاص دارد. از این رو، تسلط بر این مبحث و توانایی پاسخ به این پرسش‌ها همواره موجب افزایش اختلاف نمره دانش‌پژوهان می‌شود. از دیدگاهی دیگر وسعت مطالب و استفاده از علومی مانند ریاضیات و آمار در مسائل ژنتیک کلاسیک این مبحث را برای دانش‌پژوهان جذاب و چالش برانگیز کرده است. بدین ترتیب برای پیشبرد دانش‌پژوهان در جهت آموزش و ایجاد بستر در پاسخ به مسائل ژنتیک کلاسیک به کتاب درسی مناسب در این زمینه نیاز است. سبک تألیف در برنامه‌ای برای ژنتیک کلاسیک در مقایسه با سایر مباحث المپیاد زیست‌شناسی بسیار متفاوت است؛ زیرا هدف از ارائه مطالب گردآوری شده بیش از آن که افزایش محفوظات ذهنی خواننده باشد، جهت‌دهی ذهن دانش‌پژوه به درک بهتر، آموزش چگونگی برخورد با مسائل و افزایش توانایی او در خلق ایده‌های نو برای پاسخ به مسائل است. اما تاکنون تلاش‌های کمی برای تهیه چنین کتاب‌هایی انجام شده است؛ در برنامه‌های موجود حداقل مربوط به ۱۰ سال پیش (از زمان نگارش این متن) اندک و با توجه به پویایی رو به رشد سبک طراحی پرسش‌های آزمون‌های المپیاد پاسخگوی نیازهای کنونی دانش‌پژوهان نیستند. از این رو انگیزه نگارش این کتاب رفته‌رفته پررنگ‌تر شد.

این کتاب در برنامه‌ای شامل همه سرفصل‌های مورد نیاز ژنتیک کلاسیک در المپیاد زیست‌شناسی است. مطالب تا حد امکان به زبانی ساده و خلاصه بیان شده است. سبک طرح مباحث این کتاب براساس تجارب تدریس و طراحی سؤال بوده و به شیوه‌ای تنظیم شده است که سریع‌ترین و عمیق‌ترین تأثیر آموزشی را بر خواننده بگذارد؛ در نتیجه، ساختار این کتاب، بیشتر شبیه به مطالب ارائه شده در کلاس درس است تا کتب مرجع. به عنوان مثال، از آن‌جا که تسلط بر برخی مباحث آمار و احتمالات در پاسخ به مسائل ژنتیک کلاسیک نیاز است؛ در کتب آموزشی ژنتیک معمولاً پیش از آغاز مطالب زیستی، به تفصیل به آموزش آمار و احتمالات به زبان کاملاً ریاضیاتی (و بعضاً خسته کننده) پرداخته می‌شود، در حالی که برخی از آنها اصلاً در ژنتیک کلاسیک کاربرد ندارند!

برای اینکه این مطالب خسته کننده نشود بهتر است آموزش بر اساس «مبنای زیست شناختی» ژنتیک کلاسیک باشد و مباحث آماری، در کنار پرسش های مطرح شده تدریس شود. در این کتاب این گونه عمل شده است و مباحث آموزشی آمار و احتمالات در کادرهایی مجزا از متن اصلی با نام «زنگ آمار» قرار گرفته است.

با توجه به اینکه هدف نهایی دانش پژوه از خواندن این کتاب کسب مهارت در حل مسئله ژنتیک است؛ همراه آموزش مطالب، مثال هایی (تألفی یا از پرسش های سال های گذشته المپیاد) با پاسخ تشریحی آنها آورده شده است. سعی شده است این مثال ها به نحوی انتخاب شوند که حاوی نکات مهم آموزشی باشند. اساس شیوه یافتن پاسخ، یافتن سریع ترین روش برای حل مسائل است به نحوی که دانش پژوه خود به یافتن روش های محتمل دیگر بیندیشد!

بی شک، آموزش ژنتیک کلاسیک بدون حل مسئله و تمرین مداوم میسر نخواهد بود. به همین علت در انتهای هر فصل مجموعه ای از پرسش های دوره های اخیر المپیاد جهانی زیست شناسی (IBO) یا مجموعه ای از پرسش های تألفی که مرتبط با مطالب آموخته شده در هر فصل اند (تا حدی که محدودیت های موجود در راه تألیف اجازه داده است) گردآوری شده است. این تمرین ها اکثراً حاوی نکات ریز آموزشی اند که در درسنامه مجالی برای پرداختن به آنها نیست، لذا اکیداً پیشنهاد می شود که آنها را همچون متن درسنامه مطالعه کنید و پاسخ درست آنها را بیابید. در انتهای کتاب دو پیوست قرار دارد. اولین پیوست، پرسش هایی برای تثبیت و تمرین آموخته های بخش های «زنگ آمار» است. تجزیه نشان داده است که وجود پاسخ تمرینات در کتاب ها انگیزه خواننده را در حل مسائل کم می کند، لذا از ارائه پاسخ پرسش های انتهای فصل ها و پیوست ۱ کتاب خودداری شده است. پیوست ۲ حاوی خلاصه ای از شیوه وراثت صفات و بیماری های ژنتیکی است تا یکی از مشکلات دیرینه دانش پژوهان که نبود منبعی کامل و خلاصه برای به خاطر سپردن آنها در المپیاد زیست شناسی است برطرف شود.

نکته مهم این است که این کتاب به گونه ای تألیف شده است تا خواننده ای که در زمینه ژنتیک پیشینه اطلاعاتی ندارد همه جزئیات لازم ژنتیک کلاسیک را، مانند فردی که در یک کلاس درس نشسته است، بیاموزد. همچنین برای آن دسته از خوانندگانی که از پیش اطلاعاتی در زمینه ژنتیک کلاسیک دارند دو اقدام صورت گرفته است. یکی آنکه سعی شده است عناوین مطالب، گویای ریز مطالب مطرح شده باشد و از ساده به پیچیده بیان شود. دیگر اینکه موارد اضافه بر متن اصلی درسنامه مانند مثال ها، زنگ آمار، و بیندیشیم (حاوی

پرسش‌هایی برای ترغیب خواننده به تفکر و تحقیق بیشتر) در کادرهای مجزا تعبیه شده‌اند؛ تا خواننده‌ای که به این مطالب تسلط دارد به راحتی از آن‌ها بگذرد. مخاطبان کتاب در درجهٔ اول داوطلبان شرکت در آزمون‌های المپیاد زیست‌شناسی کشوری (مرحلهٔ اول، مرحلهٔ دوم و دورهٔ تابستانه) و جهانی و نهایتاً دانشجویان علاقه‌مند به گسترش دانش خود دربارهٔ ژنتیک کلاسیک‌اند.

این اثر نتیجهٔ سه سال تألیف و ویرایش است. با این وجود می‌دانیم که هیچ اثری خالی از اشکال نیست. لذا خواهشمندم از طریق پست الکترونیکی reza.shahnazar@gmail.com انتقادات و پیشنهادات احتمالی خود را با ما در میان بگذارید و ما را برای هرچه بهتر کردن ویرایش‌های بعدی کتاب یاری کنید.

دانشنه‌های من از ژنتیک کلاسیک مسلماً حاصل زحمات اساتیدی است که مستقیم یا غیرمستقیم در آموزش من نقش داشته‌اند و بسیاری از پرسش‌های مطرح‌شده در این کتاب خواسته یا ناخواسته از آموزه‌ها و سخنان اساتیدم منشأ گرفته است؛ در نتیجه لازم است از تمامی این عزیزان صمیمانه سپاس‌گزاری کنم. لازم می‌دانم از آقای محمد کرام‌الدینی که پیشنهاد تألیف این کتاب را به من دادند و در این باره راهنمایی‌های ارزشمندی به من ارائه کردند، همچنین از آقایان حسین میرزایی، فرید مصلحی و سایر عزیزان فعال در انتشارات فاطمی که به صورت حرفه‌ای برای به ثمر رسیدن این کتاب زحمات فراوان کشیدند تشکر کنم. در نهایت از همسر، خانم مریم حاجی‌بابایی که در آماده‌سازی بخش‌های مختلف این مجموعه نقشی کلیدی داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌کنم.

رضا شاه‌نظر نژاد خالصی

بهار ۱۳۹۲