



ژنتیک کمی

(کارشناسی ارشد مهندسی اصلاح نباتات)

دکتر محسن فرشادفر

عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور

دکتر عزت‌اله فرشادفر

عضو هیأت علمی دانشگاه رازی

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پر بار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «اقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

پیشگفتار	هفده
فصل اول. ژنتیک جمعیت	۱
هدف کلی	۱
هدف‌های یادگیری	۱
مقدمه	۱
۱-۱ فرایندهای ارتباط بین افراد و ساختار ژنتیکی	۲
۲-۱ تنوع و تغییرات آن	۳
۳-۱ شاخص‌های ارزیابی تنوع	۴
۳-۱ منابع تنوع	۶
۴-۱ قانون هاردی و وینبرگ	۱۰
۵-۱ عوامل برهم‌زننده تعادل جمعیت‌ها	۱۶
۵-۱ اندازه جمعیت	۱۶
۵-۱ موتاسیون	۱۷
۵-۱-۲ محاسبه اثر موتاسیون در تغییر فراوانی آلل‌ها	۱۸
۵-۱-۳ مهاجرت	۲۰
۵-۱-۴ انتخاب (شایستگی)	۲۱
۵-۱-۴-۱ تغییر در فراوانی ژن در اثر انتخاب	۲۳
۵-۱-۵ رانده‌شدن ژنتیکی	۲۶
خلاصه فصل اول	۲۸
خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول	۲۹
پرسش‌های تشریحی فصل اول	۳۳

فصل دوم. بیومتری و اصلاح نبات	۳۵
هدف کلی	۳۵
هدف‌های یادگیری	۳۵
مقدمه	۳۵
۱-۲ انواع آماره در ژنتیک کمی	۳۶
۱-۱-۲ آماره درجه اول	۳۶
۲-۱-۲ آماره درجه دوم	۳۶
۳-۱-۲ آماره درجه سوم	۳۷
۲-۲ روش‌های بیومتری	۳۷
۳-۲ کاربرد روش‌های بیومتری در اصلاح نبات	۳۷
۱-۳-۲ ارزیابی تغییرپذیری یا تنوع	۳۸
۲-۳-۲ انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب	۳۹
۳-۳-۲ انتخاب والدین و روش اصلاح	۴۰
۴-۳-۲ ارزیابی سازگاری ارقام	۴۱
۴-۲ محدودیت‌های بیومتری	۴۲
۵-۲ صفات پلی‌ژنی	۴۲
۱-۵-۲ خصوصیات صفات پلی‌ژنیک	۴۳
۱-۱-۵-۲ تنوع	۴۳
۲-۱-۵-۲ تعداد ژن‌ها	۴۳
۳-۱-۵-۲ اثر یک ژن	۴۳
۴-۱-۵-۲ دسته‌بندی	۴۳
۵-۱-۵-۲ عمل ژن	۴۴
۶-۱-۵-۲ آثار محیطی	۴۴
۷-۱-۵-۲ اندازه‌گیری متریک	۴۴
۸-۱-۵-۲ تفکیک متجاوز	۴۴
۸-۱-۵-۲ پایداری	۴۴
۹-۱-۵-۲ انواع رشته ژنتیک	۴۵
۱۰-۱-۵-۲ وراثت‌پذیری	۴۵
۱۱-۱-۵-۲ پارامترهای آماری	۴۵
۱-۶-۲ وراثت صفات پلی‌ژن	۴۶
۲-۶-۲ تجزیه صفات پلی‌ژن	۴۶
۳-۶-۲ اهمیت پلی‌ژن‌ها	۴۷
۷-۲ ارزیابی تنوع پلی‌ژن‌ها	۴۹
۱-۷-۲ تنوع فنوتیپی	۴۹
۲-۷-۲ تنوع ژنوتیپی	۵۰
۳-۷-۲ تنوع محیطی	۵۰

۵۰	۸-۲ انواع واریانس ژنتیکی
۵۰	۸-۲-۱ واریانس افزایشی
۵۱	۸-۲-۲ واریانس غالبیت
۵۱	۸-۲-۳ واریانس اپی استازی
۵۲	۸-۲-۱-۳ افزایشی x افزایشی
۵۲	۸-۲-۲-۳ افزایشی x غالبیت
۵۲	۸-۲-۳-۳ غالبیت x غالبیت
۵۴	۹-۲ ارزیابی تنوع
۵۵	خلاصه فصل دوم
۵۶	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل دوم
۶۱	پرسش های تشریحی فصل دوم
۶۳	فصل سوم. همبستگی در اصلاح نبات
۶۳	هدف کلی
۶۳	هدف های یادگیری
۶۳	مقدمه
۶۴	۳-۱ انواع ضریب همبستگی
۶۴	۳-۱-۱ ضریب همبستگی ساده
۶۴	۳-۱-۱-۱ همبستگی فنوتیپی
۶۴	۳-۱-۱-۲ همبستگی ژنوتیپی
۶۵	۳-۱-۱-۳ همبستگی محیطی
۶۵	۳-۱-۲ محاسبه همبستگی ساده
۶۶	۳-۱-۳ همبستگی ناقص
۶۷	۳-۱-۴ محاسبه همبستگی ناقص
۶۹	۳-۲ همبستگی چندگانه
۶۹	۳-۲-۱ محاسبه همبستگی چندگانه
۷۰	۳-۳ تفسیر همبستگی ها
۷۰	۳-۳-۱ همبستگی های ساده
۷۱	۳-۳-۲ همبستگی ناقص
۷۱	۳-۳-۳ همبستگی چندگانه
۷۲	۳-۴ همبستگی در اصلاح نبات
۷۲	خلاصه فصل سوم
۷۴	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل سوم
۷۶	پرسش های تشریحی فصل سوم
۷۷	فصل چهارم. تجزیه واریانس و کوواریانس
۷۷	هدف کلی

۷۷	هدف‌های یادگیری.....
۷۷	مقدمه.....
۷۸	۱-۴ برآورد اجزاء واریانس.....
۸۶	۲-۴ تجزیه کوواریانس.....
۸۸	۳-۴ محاسبه تجزیه واریانس.....
۹۰	۴-۴ مقایسه میانگین‌ها.....
۹۱	۵-۴ ضریب تغییرات.....
۹۱	۶-۴ اجزاء واریانس.....
۹۴	۷-۴ برآورد اجزاء کوواریانس.....
۹۶	۴-۷-۱ همبستگی ساده بین صفات.....
۹۷	خلاصه فصل چهارم.....
۹۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم.....
۱۰۱	فصل پنجم. تجزیه علیت.....
۱۰۱	هدف کلی.....
۱۰۱	هدف‌های یادگیری.....
۱۰۱	مقدمه.....
۱۰۲	۱-۵ انواع ضرایب علیت.....
۱۰۲	۲-۵ محاسبه ضرایب علیت.....
۱۰۳	۵-۲-۱ آثار مستقیم.....
۱۰۴	۵-۲-۲ آثار غیرمستقیم.....
۱۰۴	۵-۲-۳ اثر باقیمانده.....
۱۰۴	۵-۳ تفسیر نتایج.....
۱۰۵	۵-۴ کاربرد تجزیه علیت در اصلاح نبات.....
۱۰۵	۵-۵ مزایا و معایب.....
۱۰۶	۵-۶ روش تابع تشخیص.....
۱۰۷	۵-۷ انواع شاخص‌های انتخاب.....
۱۰۷	۵-۷-۱ شاخص انتخاب کلاسیکی.....
۱۰۸	۵-۷-۲ شاخص انتخاب عمومی.....
۱۰۸	۵-۷-۳ شاخص انتخاب محدودشده.....
۱۰۸	۵-۸ محاسبه شاخص انتخاب.....
۱۰۹	۵-۹ فرضیات ژنتیکی.....
۱۱۰	۵-۱۰ سودمندی نسبی.....
۱۱۲	خلاصه فصل پنجم.....
۱۱۴	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم.....
۱۱۶	خودآزمایی تشریحی فصل پنجم.....

فصل ششم. وراثت پذیری و پیشرفت ژنتیکی.....	۱۱۷
هدف کلی.....	۱۱۷
هدف‌های یادگیری.....	۱۱۷
مقدمه.....	۱۱۷
۱-۶ وراثت پذیری.....	۱۱۷
۲-۶ انواع وراثت‌پذیری.....	۱۱۸
۱-۲-۶ وراثت‌پذیری عمومی.....	۱۱۸
۲-۲-۶ وراثت‌پذیری خصوصی.....	۱۱۸
۳-۶ برآورد وراثت‌پذیری.....	۱۱۹
۱-۳-۶ وراثت‌پذیری عمومی.....	۱۱۹
۱-۳-۶ از آزمایش‌های ساده.....	۱۱۹
۲-۳-۶ از تجزیه میانگین نسل‌ها.....	۱۲۰
۳-۳-۶ رگرسیون والد-فرزند.....	۱۲۰
۲-۳-۶ وراثت‌پذیری خصوصی.....	۱۲۱
۱-۲-۳-۶ تجزیه دی‌آلل.....	۱۲۲
۲-۲-۳-۶ تجزیه دی‌آلل ناقص.....	۱۲۲
۳-۳-۲-۶ تجزیه لاین X-تستر.....	۱۲۲
۴-۳-۶ تجزیه میانگین نسل‌ها.....	۱۲۳
۴-۶ عوامل مؤثر بر وراثت‌پذیری.....	۱۲۳
۱-۴-۶ ماده ژنتیکی.....	۱۲۳
۲-۴-۶ اندازه نمونه.....	۱۲۴
۳-۴-۶ روش نمونه‌گیری.....	۱۲۴
۴-۴-۶ اجرای آزمایش.....	۱۲۴
۵-۴-۶ روش محاسبه.....	۱۲۴
۶-۴-۶ اثر لینکاژ.....	۱۲۵
۵-۶ مزایا و معایب.....	۱۲۵
۶-۶ وراثت‌پذیری توأم.....	۱۲۶
۷-۶ پیشرفت ژنتیکی.....	۱۲۷
۱-۷-۶ تنوع ژنتیکی.....	۱۲۷
۲-۷-۶ وراثت‌پذیری.....	۱۲۷
۳-۷-۶ شدت انتخاب.....	۱۲۷
۸-۶ محاسبه پیشرفت ژنتیکی.....	۱۲۷
۱-۸-۶ سود ژنتیکی.....	۱۲۷
۲-۸-۶ تفاوت‌گزینی.....	۱۲۸
۹-۶ تفسیر نتایج.....	۱۲۹
۱-۹-۶ وراثت‌پذیری.....	۱۲۹

۱۲۹	۶-۹-۲ پیشرفت ژنتیکی.....
۱۲۹	۶-۹-۳ وراثت پذیری و پیشرفت ژنتیکی.....
۱۳۰	خلاصه فصل ششم.....
۱۳۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم.....
۱۳۴	خودآزمایی تشریحی فصل ششم.....
۱۳۵	فصل هفتم. ترکیب پذیری.....
۱۳۵	هدف کلی.....
۱۳۵	هدف‌های یادگیری.....
۱۳۵	مقدمه.....
۱۳۶	۷-۱ انواع ترکیب پذیری.....
۱۳۶	۷-۱-۱ ترکیب پذیری عمومی.....
۱۳۶	۷-۲-۲ ترکیب پذیری خصوصی.....
۱۳۶	۷-۳ برآورد ترکیب پذیری.....
۱۳۷	۷-۴ تجزیه آماری.....
۱۳۷	۷-۴-۱ طرح آمیزشی دی آلل.....
۱۳۸	۷-۴-۲ طرح دی آلل ناقص.....
۱۳۸	۷-۴-۳ طرح لاین $\times$ تستر.....
۱۴۰	۷-۵ ترکیب پذیری و وراثت پذیری.....
۱۴۱	۷-۶ ترکیب پذیری و هتروزیس.....
۱۴۱	خلاصه فصل هفتم.....
۱۴۲	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هفتم.....
۱۴۴	خودآزمایی تشریحی فصل هفتم.....
۱۴۵	فصل هشتم. طرح آمیزشی دی آلل.....
۱۴۵	هدف کلی.....
۱۴۵	هدف‌های یادگیری.....
۱۴۵	مقدمه.....
۱۴۶	۸-۱ ترتیب کاشت برای آمیزش دی آلل.....
۱۴۸	۸-۲ انواع تلاقی دی آلل.....
۱۴۸	۸-۲-۱ دی آلل کامل.....
۱۴۸	۸-۲-۱-۱ دی آلل کامل با والدین (F_1 ها، متقابل‌ها و والدین).....
۱۴۹	۸-۲-۱-۲ دی آلل کامل بدون والدین (F_1 ها و متقابل‌ها).....
۱۴۹	۸-۲-۲ نیمه‌دی آلل یا دی آلل نصف.....
۱۴۹	۸-۲-۲-۱ نیمه‌دی آلل با والدین (F_1 ها و والدین).....
۱۵۰	۸-۲-۲-۲ نیمه‌دی آلل بدون والدین (فقط F_1 ها).....

۱۵۱	۳-۸ روش گرافیکی Hayman
۱۵۳	۴-۸ نمودار V_r و W_r
۱۵۵	۵-۸ روش عددی گری فینگ
۱۵۶	۶-۸ مدل‌های تجزیه ترکیب‌پذیری
۱۵۸	۷-۸ تلاقی دی آل ناقص
۱۶۱	۸-۸ اجزاء واریانس ژنتیکی
۱۶۸	خلاصه فصل هشتم
۱۷۰	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هشتم
۱۷۴	خودآزمایی تشریحی فصل هشتم
۱۷۷	فصل نهم. تجزیه لاین $\times$ تستر
۱۷۷	هدف کلی
۱۷۷	هدف‌های یادگیری
۱۷۷	مقدمه
۱۷۸	۱-۹ اجزاء واریانس ژنتیکی
۱۸۰	۲-۹ خصوصیات تستر (محک‌زن)
۱۸۲	خلاصه فصل نهم
۱۸۳	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل نهم
۱۸۴	خودآزمایی تشریحی فصل نهم
۱۸۵	فصل دهم. تجزیه سه آللی و چهار آللی
۱۸۵	هدف کلی
۱۸۵	هدف‌های یادگیری
۱۸۵	مقدمه
۱۸۵	۱-۱۰ تجزیه سه آللی
۱۸۶	۱-۱-۱۰ تولید تلاقی‌های ساده یا سینگل کراس‌ها
۱۸۶	۲-۱-۱۰ تولید تلاقی‌های سه‌جانبه
۱۸۶	۳-۱-۱۰ ارزیابی مواد
۱۸۷	۴-۱-۱۰ تجزیه آماری
۱۸۷	۲-۱۰ اطلاعات ژنتیکی حاصل
۱۸۷	۱-۲-۱۰ آثار ترکیب‌پذیری
۱۸۷	۲-۲-۱۰ اثر لاین عمومی
۱۸۸	۳-۲-۱۰ اثر لاین ویژه
۱۸۸	۳-۱۰ اجزاء واریانس ژنتیکی
۱۸۹	۴-۱۰ تجزیه چهار آللی
۱۸۹	۱-۴-۱۰ تولید سینگل کراس‌ها

۱۹۰	 ۱۰-۴-۲ تولید دابل کراس ها
۱۹۱	 ۱۰-۴-۳ اثرات ترکیب پذیری
۱۹۱	 ۱۰-۴-۴ اجزاء ژنتیکی واریانس
۱۹۱	 ۱۰-۵ تفسیر نتایج
۱۹۳	 خلاصه فصل دهم
۱۹۴	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دهم
۱۹۶	 خودآزمایی تشریحی فصل دهم
۱۹۷	 فصل یازدهم. تجزیه میانگین نسل ها
۱۹۷	 هدف کلی
۱۹۷	 هدف‌های یادگیری
۱۹۷	 مقدمه
۱۹۸	 ۱۱-۱ مراحل تجزیه میانگین نسل ها
۱۹۸	 ۱۱-۲ مراحل تجزیه آماری
۱۹۸	 ۱۱-۲-۱ آزمون اپی استازی
۱۹۹	 ۱۱-۲-۲ تعیین نوع اپی استازی
۲۰۰	 ۱۱-۳ مدل شش پارامتری
۲۰۱	 ۱۱-۴ مدل پنج پارامتری
۲۰۲	 ۱۱-۵ مدل سه پارامتری
۲۰۴	 ۱۱-۶ سایر برآوردهای ژنتیکی
۲۰۴	 ۱۱-۶-۱ پیشرفت ژنتیکی
۲۰۵	 ۱۱-۶-۲ وراثت پذیری
۲۰۵	 ۱۱-۶-۳ هتروزیس
۲۰۵	 ۱۱-۶-۴ کاهش ضریب خویش آمیزی
۲۰۵	 ۱۱-۶-۵ مزایا و معایب تجزیه میانگین نسل ها
۲۰۹	 خلاصه فصل یازدهم
۲۱۰	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل یازدهم
۲۱۳	 خودآزمایی تشریحی فصل یازدهم
۲۱۵	 فصل دوازدهم. طرح‌های دووالدینی و تلاقی آزمایشی سه گانه
۲۱۵	 هدف کلی
۲۱۵	 هدف‌های یادگیری
۲۱۵	 ۱۲-۱ تلاقی دووالدینی
۲۱۶	 ۱۲-۱-۱ طرح کارولینای شمالی (NCD1) I
۲۱۸	 ۱۲-۱-۲ طرح کارولینای شمالی (NCDII) II
۲۱۹	 ۱۲-۱-۳ طرح کارولینای شماره (NCDIII) III

۲۲۱	 خلاصه فصل
۲۲۲	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل
۲۲۵	 فصل سیزدهم. تلاقی آزمایشی سه گانه
۲۲۵	 هدف کلی
۲۲۵	 هدف‌های یادگیری
۲۲۵	 مقدمه
۲۲۵	 ۱-۱۳ خصوصیات اصلی
۲۲۶	 ۲-۱۳ مراحل تجزیه تلاقی سه گانه
۲۲۷	 ۳-۱۳ آزمون برای اپی استازی (کد گذاشته شود)
۲۲۸	 خلاصه فصل
۲۲۸	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سیزدهم
۲۳۰	 خودآزمایی تشریحی فصل سیزدهم
۲۳۱	 فصل چهاردهم. مقایسه طرح‌های آمیزشی
۲۳۱	 هدف کلی
۲۳۱	 هدف‌های یادگیری
۲۳۱	 مقدمه
۲۳۱	 ۱-۱۴ معیارهای مقایسه
۲۳۲	 ۱-۱-۱۴ مواد ژنتیکی مورد استفاده برای ارزیابی
۲۳۲	 ۲-۱-۱۴ اجزاء واریانس ژنتیکی
۲۳۳	 ۲-۱۴ درجه آماره
۲۳۳	 ۳-۱۴ طول مدت آزمایش
۲۳۴	 ۴-۱۴ هزینه آزمایش
۲۳۴	 ۵-۱۴ فرض‌های ژنتیکی
۲۳۴	 ۶-۱۴ کارایی
۲۳۴	 ۷-۱۴ استفاده عملی
۲۳۴	 ۸-۱۴ جنبه‌های ویژه
۲۳۶	 خلاصه فصل چهاردهم
۲۳۷	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهاردهم
۲۳۸	 خودآزمایی تشریحی فصل چهاردهم
۲۳۹	 فصل پانزدهم. هتروزیس و کاهش خویش آمیزی
۲۳۹	 هدف کلی
۲۳۹	 هدف‌های یادگیری
۲۳۹	 مقدمه

۲۴۰	۱-۱۵ خویش‌آمیزی
۲۴۰	۱-۱-۱۵ هموزیگوسیتی
۲۴۰	۲-۱-۱۵ هتروزیگوسیتی
۲۴۰	۳-۱-۱۵ میانگین جمعیت
۲۴۰	۴-۱-۱۵ همبستگی ژنتیکی
۲۴۱	۵-۱-۱۵ دگرگشتی
۲۴۱	۱-۵-۱-۱۵ هتروزیگوسیتی
۲۴۱	۲-۵-۱-۱۵ هموزیگوسیتی
۲۴۱	۳-۵-۱-۱۵ میانگین جمعیت
۲۴۱	۴-۵-۱-۱۵ همبستگی ژنتیکی
۲۴۱	۵-۵-۱-۱۵ تنوع
۲۴۲	۲-۱۵ هتروزیس
۲۴۲	۳-۱۵ عوامل مؤثر بر هتروزیس
۲۴۲	۱-۳-۱۵ تنوع ژنتیکی
۲۴۳	۲-۳-۱۵ پایه ژنتیکی
۲۴۳	۳-۳-۱۵ سازگاری
۲۴۳	۴-۱۵ منای ژنتیکی هتروزیس
۲۴۳	۵-۱۵ برآورد هتروزیس
۲۴۴	۱-۵-۱۵ هتروزیس متوسط
۲۴۴	۲-۵-۱۵ هتروبلتیوزیس
۲۴۴	۳-۵-۱۵ هتروزیس مفید
۲۴۴	۴-۵-۱۵ هتروزیس استاندارد
۲۴۵	۵-۵-۱۵ هتروزیس مطلق نسبت به والد برتر F_1-BP
۲۴۵	۶-۵-۱۵ هتروزیس مطلق نسبت به متوسط والدین F_1-MP
۲۴۵	۶-۱۵ پس‌روی خویش‌آمیزی
۲۴۶	۷-۱۵ برآورد پس‌روی خویش‌آمیزی
۲۴۷	۸-۱۵ آزمون معنی
۲۴۷	خلاصه فصل پانزدهم
۲۴۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پانزدهم
۲۵۱	خودآزمایی تشریحی فصل پانزدهم
۲۵۳	فصل شانزدهم. تجزیه پایداری و سازگاری
۲۵۳	هدف کلی
۲۵۳	هدف‌های یادگیری
۲۵۳	مقدمه
۲۵۴	۱-۱۶ انواع سازگاری

۲۵۴	۱-۱-۱۶ سازگاری ژنوتیپی خصوصی
۲۵۴	۲-۱-۱۶ سازگاری ژنوتیپی عمومی
۲۵۵	۳-۱-۱۶ سازگاری جمعیتی خصوصی
۲۵۵	۴-۱-۱۶ سازگاری جمعیتی عمومی
۲۵۵	۲-۱۶ علل سازگاری
۲۵۵	۱-۲-۱۶ مقاومت محیطی ژنتیکی
۲۵۵	۲-۲-۱۶ مقاومت محیطی فیزیولوژیکی
۲۵۶	۳-۱۶ عوامل مؤثر بر قابلیت سازگاری
۲۵۶	۱-۳-۱۶ هتروژنیته
۲۵۶	۲-۳-۱۶ هتروزیگوسیتی
۲۵۶	۳-۳-۱۶ نوع گرده افشانی
۲۵۶	۴-۱۶ انواع آثار متقابل
۲۵۷	۵-۱۶ مدل‌های تجزیه پایداری
۲۵۸	۱-۵-۱۶ مدل فین لی و ویلکینسن
۲۵۹	۲-۵-۱۶ مدل ابرهارت و راسل
۲۶۰	۳-۵-۱۶ مدل پرکینز و جینکر
۲۶۲	۴-۵-۱۶ مدل فریمن و پرکینز
۲۶۳	۶-۱۶ کاربرد تجزیه پایداری
۲۶۵	خلاصه فصل
۲۶۶	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل شانزدهم
۲۶۹	خودآزمایی تشریحی فصل شانزدهم
۲۷۱	فصل هفدهم. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط
۲۷۱	هدف کلی
۲۷۱	هدف‌های یادگیری
۲۷۱	مقدمه
۲۷۲	۱-۱۷ ارزش‌های ژنوتیپی در محیط‌های متفاوت
۲۷۵	۲-۱۷ مقابله با اثر متقابل ژنوتیپ × محیط
۲۷۶	۱-۲-۱۷ صرف‌نظرکردن از اثر متقابل ژنوتیپ × محیط
۲۷۷	۲-۲-۱۷ کاهش اثر متقابل ژنوتیپ × محیط
۲۷۷	۳-۲-۱۷ بهره‌برداری از اثر متقابل ژنوتیپ × محیط
۲۷۷	۳-۱۷ V_{GE} ، V_E و تعداد تکرار و محیط
۲۸۲	۴-۱۷ تجزیه محیط‌ها به زیرگروه‌های یکنواخت
۲۸۲	۱-۴-۱۷ تجزیه خوشه‌ای
۲۸۵	۲-۴-۱۷ تجزیه مؤلفه‌های اصلی
۲۸۷	۵-۱۷ تجزیه پایداری

۲۸۸	۱۷-۶ روش‌های تجزیه پایداری
۲۸۸	۱۷-۶-۱ روش‌های پارامتریک تک‌متغیره
۲۸۹	۱۷-۶-۱-۱ واریانس محیطی
۲۹۰	۱۷-۶-۱-۲ ضریب تغییرات ژنوتیپی
۲۹۱	۱۷-۶-۱-۳ اکووالانس ریک
۲۹۲	۱۷-۶-۱-۴ واریانس پایداری
۲۹۲	۱۷-۶-۱-۵ روش تجزیه رگرسیون
۲۹۴	۱۷-۶-۱-۶ ضریب تشخیص
۳۰۳	۱۷-۶-۱-۷ مدل‌های ضربی (مدل AMMI)
۳۰۸	۱۷-۶-۱-۸ تجزیه رگرسیون سایت
۳۰۹	۱۷-۷ تجزیه داده‌های خارجی
۳۱۰	خلاصه فصل
۳۱۲	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هفدهم
۳۱۷	پاسخنامه خودآزمایی‌های چهارگزینه‌ای
۳۲۱	پاسخ پرسش‌های تشریحی فصل اول
۳۲۳	جدول آماری
۳۳۱	منابع

پیشگفتار

به نام آن که جان را فکرت آموخت
چراغ دل به نور جان برافروخت
قال رسول الله (ص): «لَيْسَ الْعِلْمُ بِكثرةِ التَّعْلِيمِ وَ إِنَّمَا هُوَ نُورٌ يَقْذِفُهُ اللهُ فِي قَلْبِ مَنْ يَشَاءُ»

امروزه بر کسی پوشیده نیست که برای دفاع از ارزش‌های انقلاب اسلامی، گسترش فرهنگ اسلام ناب محمدی در پرتو اندیشه‌های امام راحل (ره) و رهبر معظم انقلاب اسلامی، حضرت آیت الله خامنه‌ای (مدظله) و زمینه‌سازی برای حاکمیت مطلق قرآن و برقراری حکومت جهانی اسلام به رهبری مهدی آل محمد (عج)، تأمین استقلال علمی جامعه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به همین دلیل بر عهده کارشناسان، متخصصان و اساتید دانشگاه‌هاست که برای ادای دین خود به نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران که یادگار گرانقدر بزرگ پرچم‌دار اسلام ناب محمدی حضرت امام خمینی (قدس ره) و شهیدان انقلاب اسلامی است در سنگر علم و دانشگاه به پاسداری از دستاوردهای انقلاب اسلامی بپردازند و علوم و فنون روز را با استفاده از منابع معتبر به رشته تحریر درآورند تا مورد استفاده دانش‌پژوهان، دانشجویان، محققان و اساتید فن قرارگیرد.

با پیشرفت علم و فناوری در ایران اسلامی، پژوهش‌های علمی روزبه‌روز ارزش بیشتری پیدا کرده است. از آنجاکه علم ژنتیک، ژنتیک کمی، ژنتیک جمعیت، زیست‌شناسی مولکولی، زیست‌فناوری (بیوتکنولوژی) و نانوتکنولوژی مبنای پیشرفت کشاورزی، دامپروری، زیست‌شناسی و پزشکی است، بنابراین اهمیت شناختن این علوم

و استفاده کاربردی از آنها برای توسعه پایدار و دستیابی به خودکفایی علمی که زیربنای استقلال کشور است، بر کسی پوشیده نیست. کتاب ژنتیک کمی از جمله کتاب‌هایی است که براساس قوانین و مقررات آموزشی دانشگاه پیام نور برای دانشجویان کارشناسی ارشد رشته‌های کشاورزی به‌رشته تحریر درآمده است. اصول و روش‌های بیان‌شده در این کتاب برای رشته‌های مختلف علوم پایه، علوم پزشکی قابل استفاده است. با توجه به اینکه کتاب حاضر عاری از نقص نیست، بنابراین از همه کسانی که با پیشنهادها سازنده خود ما را در رفع این نواقص یاری کنند، سپاسگزاری می‌کنیم. در پایان از تمام بزرگوارانی که در تهیه، تدوین، حروف‌چینی، چاپ و انتشارات دانشگاه پیام نور مؤلفان را یاری کردند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود. از خداوند متعال مسئلت می‌نماییم که به‌ما توفیق خدمتگزاری به اسلام و مسلمین را در پرتو رهنمودهای امام راحل (ره) و مقام معظم رهبری، حضرت آیت‌الله خامنه‌ای عنایت فرماید.

والعلم عندالله

عزت‌الله فرشادفر: استاد دانشگاه رازی کرمانشاه

محسن فرشادفر: دانشیار دانشگاه پیام نور

فصل اول

ژنتیک جمعیت

هدف کلی

دانشجو در این فصل با اصول و مبانی ژنتیک جمعیت و کاربرد آن آشنا خواهد شد.

هدف‌های یادگیری

- تعریف و کاربرد ژنتیک جمعیت شرح داده می‌شود.
- انواع تنوع و شاخص‌های ارزیابی تنوع در ژنتیک جمعیت بیان می‌شود.
- قانون هاری و وینبرگ شرح داده خواهد شد.
- عوامل برهم‌زننده تعادل جمعیت بیان می‌شود.

مقدمه

ژنتیک جمعیت^۱، بخشی از ژنتیک است که دربارهٔ چگونگی به‌ارث‌رسیدن ژن‌ها و تغییرات ژن‌ها در جوامع مختلف موجودات زنده و عواملی که ممکن است به‌نحوی در وضع این‌گونه جوامع در طول زمان تغییر ایجاد کند، بحث می‌کند. اگرچه توارث ژن‌ها در سطح جمعیت توسط همان قوانین وراثت مندلی صورت می‌گیرد، اما مطالعهٔ ساختار ژنتیکی جمعیت، به‌عنوان ژنتیک جمعیت معروف است. در علم ژنتیک، جمعیت به‌اجتماع افرادی می‌گویند که جامعهٔ مندلی را تشکیل می‌دهند. در جامعهٔ مندلی، فرد به‌کسی اطلاق می‌شود که دارای قدرت آمیزش بوده، و بتواند ژن‌ها را از نسلی به‌نسل دیگر انتقال دهد. جامعهٔ مندلی موردنظر ژنتیک جمعیت، مرکب از گروهی از افراد است که دارای تولیدمثل جنسی

هستند و با یکدیگر آمیزش و زادوولد کرده و با هم در یک توده ژن (خزانۀ ژنی) شریک‌اند. در این جوامع شانس افراد برای تلاقی با یکدیگر، مساوی است. در این جوامع، مجموع کل ژن‌های موجود در سلول‌های زایشی افراد جامعه مندلی، جزئی از خزانۀ ژن^۱ را شامل می‌شوند و چون فرض بر این است که تمام افراد دارای شانس و امکان مساوی برای انجام تلاقی هستند، تمام ژن‌های متعلق به یک خزانۀ ژنی بزرگ می‌توانند به نسل‌های بعدی انتقال یابند (میر محمدی میبدی و میرلوحی، ۱۳۷۹).

در طبیعت، گونه به عنوان بزرگ‌ترین گروه افراد با امکان تلاقی با یکدیگر برای تشکیل جمعیت‌های مندلی شناخته شده است، با این حال در سطح گونه، تمامی افراد دارای شانس و امکان مساوی برای انجام تلاقی با یکدیگر نیستند. برخی از محققان معتقدند، جامعه محلی بهترین مثال برای جمعیت‌هایی است که در آن‌ها تولیدمثل جنسی، تصادفی^۲ در جریان است.

مطالعه و تعیین فراوانی‌های ژنی (آللی) و ژنوتیپی برای تعیین ساختار ژنتیکی یک جمعیت از وظایف ژنتیک جمعیت است. برخلاف ژنتیک مندلی، در ژنتیک جمعیت کل افراد یک جامعه مورد مطالعه قرار می‌گیرد و به جای محاسبۀ نسبت‌ها، میانگین، واریانس و سایر پارامترهای آماری آن جامعه اندازه‌گیری می‌شود. برای تشخیص ساختار ژنتیکی یک جمعیت، ابتدا باید فرمول ژنوتیپ‌ها را تعیین و سپس فراوانی آن‌ها را مشخص کرد.

۱-۱ فرایندهای ارتباط بین افراد و ساختار ژنتیکی

برای پیدا کردن ارتباط بین فرایندهای مربوط به افراد و ساختار ژنتیکی جمعیت، باید پدیده‌های زیر را ارزیابی کنیم:

۱. اثر الگوی آمیزشی^۳ بر ژنوتیپ‌های متفاوت در یک جمعیت. افراد ممکن است به صورت تصادفی با یکدیگر آمیزش کرده یا اینکه ترجیحاً با خویشاوندان نزدیک، آمیزش کنند (خویش‌آمیزی)^۴ یا ترجیحاً بر مبنای شباهت‌های ژنوتیپی یا فنوتیپی (آمیزش جور یا جور‌آمیزی)^۵ با یکدیگر آمیزش کنند.

1. Gene Pool
2. Panmixis
3. Mating Pattern
4. Inbreeding
5. Compact Intercourse

۲. تغییر در ترکیب یک جمعیت، به علت مهاجرت افراد از جمعیت‌های دیگر
۳. میزان ورود تغییرات (تنوع) ژنتیکی به درون یک جمعیت، به وسیله جهش و نوترکیبی
۴. اثر میزان متفاوت تولیدمثل به وسیله ژنوتیپ‌های مختلف و شانس متفاوت بقا فرزندان متفاوت از نظر ژنتیکی حاصل از این آمیزش‌ها. این میزان‌های متفاوت، در نتیجه انتخاب طبیعی است.
۵. نتایج تغییرات تصادفی در میزان تولیدمثل واقعی ژنوتیپ‌ها متفاوت است، زیرا هر فرد معین فقط دارای چند فرزند است و اندازه کل جمعیت نیز، محدود است.

۱-۲ تنوع و تغییرات آن

ژنتیک جمعیت، علمی نظری و عملی است. از جهت عمل، بدین صورت که تشریح الگوی واقعی تنوع ژنتیکی در جمعیت‌ها و پارامترهای مربوط به فرایندهای آمیزشی، جهش، انتخاب طبیعی و تغییرات تصادفی در میزان تولیدمثل، جنبه عملی ژنتیک جمعیت است؛ و همچنین از دیدگاه نظری، درباره چگونگی ترکیب ژنتیکی جمعیت‌ها و چگونگی تغییر آن‌ها بر اثر نیروهای اعمال شده بر آن، پیش‌بینی می‌کند.

ژنتیک جمعیت اصولاً از تنوع ژنوتیپی صحبت می‌کند، درحالی که فقط تنوع فنوتیپی، قابل مشاهده است. رابطه بین فنوتیپ و ژنوتیپ به سادگی از صفتی به صفت دیگر، تفاوت دارد. از یک طرف، فنوتیپ ممکن است توالی DNA قسمتی از ژنوم را نشان دهد. در این حالت، تمایز بین ژنوتیپ و فنوتیپ از بین می‌رود و می‌توان گفت که درحقیقت، ژنوتیپ مستقیماً مشاهده می‌شود. از طرف دیگر، بیشتر صفات، موردنظر به نژادگران گیاه، دام و بیشتر تکامل‌گرایان است که فرایند نهایی آن‌ها، بیانگر بسیاری از خصوصیات دیگر هستند. برای مثال می‌توان از عملکرد، میزان رشد، شکل بدن، نسبت متابولیکی و رفتار نام‌برد که تفاوت‌های آشکاری را بین وارته‌ها و گونه‌ها به وجود می‌آورند.

این صفات، رابطه بسیار پیچیده‌ای با ژنوتیپ دارند و باید از روش‌های معرفی شده در فصل‌های آینده، درباره آن‌ها و ژنوتیپ‌ها بحث شود، اما همان‌طور که ملاحظه خواهد شد، بیان بسیار دقیق درباره تنوع ژنوتیپی صفات کمی امکان‌پذیر نیست. به همین دلیل، بیشتر بررسی‌های تجربی ژنتیک جمعیت، بر صفاتی متمرکز شده‌اند که همانند صفاتی که مندل