

مبانی اصلاح نژاد در آبزی پروری

پدیدآورندگان:

ترایگو جدرم

متیو بارانسکی

گردان:

سالار ارفشان

استادیار دانشکده منابع طبیعی

دانشگاه صنعتی اصفهان

ندا گیلان نژاد

کارشناس ارشد تکثیر و پرورش آبزیان

دانشگاه صنعتی اصفهان

سید مرتضی ابراهیم زاده

دانشجوی دکترای تکثیر و پرورش آبزیان

دانشگاه تربیت مدرس



دانشگاه صنعتی اصفهان
مرکز نشر

گروه کشاورزی ۳۶

شماره کتاب ۱۳۷

مبانی اصلاح نژاد در آبزی پروری

گردآورندگان	ترایگو جدرم، متیو بارانسکی
برگردان	سالار درافشان، ندا گیلان نژاد، سید مرتضی ابراهیم زاده
ویراستار	محبوبه شمس
صفحه آ	زهرا نصر اصفهانی
طراح جلد	مرضیه خردمند
لیتوگرافی، چاپ و	چاپخانه دانشگاه صنعتی اصفهان
ناشر	مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان
چاپ اول	تابستان ۱۳۹۴
شمارگان	۵۰۰ جلد
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۸۴۷۶-۹۵-۸
قیمت	۱۵۰۰۰ ریال

سرشناسه	Traygo Gjedrom, Mateo Baranski
عنوان و نام پدیدآور	مبانی اصلاح نژاد در آبزی پروری
مشخصات نشر	اصفهان : دانشگاه صنعتی اصفهان، مرکز نشر، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	دوازده، ۲۳۷ص.؛ مصور، جدول
فروست	دانشگاه صنعتی اصفهان، مرکز نشر؛ ۱۳۷۲ - کشاورزی؛ ۳۶.
شابک	978-964-8476-95-8
وضعیت فهرست نویسی	فیبای مختصر
یادداشت	فهرست نویسی کامل این اثر در نشانی: http://pac.niui.ir قابل دسترسی است
یادداشت	عنوان اصلی: Selective Breeding In Aquaculture: An Introduction
یادداشت	واژه نامه.
شناسه افزوده	Baranski, Matthew، متیو بارانسکی
شناسه افزوده	درافشان، سالار، ۱۳۵۶ -، مترجم
شناسه افزوده	گیلان نژاد، ندا، ۱۳۶۵ -، مترجم
شناسه افزوده	ابراهیم زاده، سیدمرتضی، ۱۳۵۷ -، مترجم
شناسه افزوده	دانشگاه صنعتی اصفهان. مرکز نشر
شماره کتابشناسی ملی	۳۸۷۱۹۰۱

حق چاپ برای مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان محفوظ است.

اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان - مرکز نشر - کدپستی ۸۴۱۵۶-۸۳۱۱۱، تلفن: ۰۳۱-۳۳۹۱۲۵۰۹-۱۰ (۰۳۱) دورنگار: ۳۳۹۱۲۵۵۲ (۰۳۱)
برای خرید اینترنتی کلیه کتاب‌های منتشره مرکز نشر می‌توانید به وبگاه <http://publication.iut.ac.ir> مراجعه و یا مستقیماً از کتابفروشی مرکز نشر واقع در کتابخانه مرکزی دانشگاه صنعتی اصفهان (تلفن ۳۳۹۱۲۹۵۲) خریداری فرمایید.

پایه و اساس تئوری ژنتیک کمی، در قرن گذشته توسعه یافته و بسیاری از برنامه‌های موفقیت‌آمیز برای پرورش گیاهان زراعی و دام را تسهیل نموده است. بیشتر نتایج جهانی چشمگیر بوده است و امروز تقریباً تمام محصولات کشاورزی از بذل و حیوانات اصلاح‌شده بهره می‌برند. صنعت آبزی‌پروری می‌تواند از این تجربه، بهره زیادی ببرد، چون تئوری پایه پشت اصلاح نژاد ناشی از انتخاب، برای همه گونه‌ها یکسان است. اولین آزمایش انتخاب منتشر شده در زمینه آبزی‌پروری در دهه ۱۹۲۰ میلادی برای اصلاح مقاومت به بیماری در ماهیان آغاز شد، اما اولین برنامه اصلاح نژاد مبتنی بر خانواده برای آزادماهی اقیانوس اطلس در نروژ توسط AKVAFORSK بعد از ۱۹۷۰ آغاز گردید. متأسفانه، اجرای بعدی برنامه اصلاح نژاد مبتنی بر انتخاب در تاسیس وسیع‌تر در آبزی‌پروری کند بوده است و با وجود دستاوردهای چشمگیر که در تولید این گونه‌ها دیده شده است، کمتر از ۱۰ درصد از تولیدات جهانی آبزی‌پروری حال حاضر، بر مبنای اصلاح ذخایر است. برای تولید آبزی‌پروری پایدار بلند مدت، نیاز مبرم به توسعه اجرای کارآمد برنامه‌های اصلاح نژاد تمام گونه‌های تحت تولید تجاری وجود دارد. توانایی آبزی‌پرورش برای تأمین نیازهای جمعیت انسانی روبه افزایش، به ذخایر اصلاح‌شده ژنتیکی متکی خواهد بود که از منابع غذایی، آب و زمین به روش کارآمد استفاده می‌کنند. پیشرفت فناوری‌هایی مانند ژنومیک، زیست‌شناسی مولکولی و روش‌های مولکولی پیشرفته به این معناست که چشم‌انداز جدید و هیجان‌انگیز برای بنیان نهادن این روش‌های کاملاً تثبیت شده در آینده وجود دارد. هدف اصلی این کتاب نشان دادن موفقیت برنامه‌های اصلاح نژاد که تاکنون در فعالیت آبزی‌پروری به دست آمده و نیز برجسته نمودن قابلیت بسیار بالا این فناوری برای تولید کارآمد و پربار آبزی‌پرورش در آینده است. بخش‌های اصلی کتاب عبارت‌اند از:

دلایل اصلاح صفت‌های تولیدی در ماهیان و نرم‌تنان؟

دستاوردهای برنامه‌های اصلاح نژاد در آبزی‌پروری چه بوده است؟

خلاصه‌ای از رئوس تئوری ژنتیک کمی

ایجاد و اجرای برنامه اصلاح نژاد

ادغام ابزارهای ژنتیک مولکولی

این کتاب در درجه اول برای دانشجویان آبزی‌پروری علاقه‌مند به موضوع اصلاح نژاد، پرورش دهندگان، مشاوران و مدیران مزرعه نوشته شده است. دانشجویان متخصص در موضوع اصلاح نژاد، کتاب «انتخاب و برنامه‌های اصلاح نژاد در آبزی‌پروری» (اسپرینگر)، که عمیق‌تر موضوعات مورد بحث در این کتاب را پوشش می‌دهد، را مفید خواهند یافت.

ما امیدواریم که این کتاب صنعت آبرزی پروری را برای در نظر گرفتن استفاده از ذخایر اصلاح شده در تولید ماهی و پوسته داران تحریک کند. توسعه و اجرای برنامه اصلاح نژاد باید از طریق صنعت، با حمایت دانشمندان، تشکل های پرورش دهندگان و دولت ها هدایت شود. از این طریق فواید این عمل به مراتب گسترده تر خواهد بود.

ترایگو جدرم

متی بارانسکی

نروژ، فوریه ۲۰۰۹

تشکر و قدردانی

ما تشکر صادقانه خود را از کارفرمایمان، مؤسسه نوفیما مارین، برای پشتیبانی مستمر و کمک مالی ایشان برای چاپ این کتاب اعلام می‌داریم. برای ما کار با دانشمندان ماهر مؤسسه الهام‌بخش بود. ما سپاس ویژه خود را به Dr. Solveig van Nes, Reidun Lilleholt و Grethe Tuven برای کمک فنی آنها تقدیم می‌کنیم. علاوه بر این، ما از مدیر مرکز ژنتیک مؤسسه Dr. Morten Rye AKVAFORSK، برای همکاری و کمک ارزشمند ایشان در نوشتن این کتاب تشکر می‌نماییم. در پایان، ما قدردان Dr. Bjarne، Dr. Hans B. Bentsen، Dr. Nicholas Robinson و Gjerde برای حمایت‌های ارزنده ایشان هستیم.

فوریه ۲۰۰۹، نروژ

ترایگو جدرم

متی بارانسکی

مقدمه مترجمین

صنعت آبی‌پروری در حال حاضر با سه چالش اصلی تأمین نیازهای غذایی، بیماری‌ها و ذخایر اصلاح‌شده ژنتیکی روبه‌رو است. مطابق آمار جهانی تنها حدود ۱۰٪ از کل تولید آبزیان در سراسر جهان، با استفاده از ذخایر اصلاح‌شده ژنتیکی تولید می‌شود که عمده آن مربوط به آزادماهیان پرورشی مانند ماهی آزاد اطلس و قزل‌آلای رنگین‌کمان است. در حالی که در سایر زیربخش‌های تولیدی کشاورزی مانند تولید گوشت یا شیر و یا تخم‌مرغ، بخش بیشتر تولید مبتنی بر گله‌های اصلاح‌شده ژنتیکی می‌باشد. از جمله دلایل عدم توسعه علم اصلاح‌نژاد در آبی‌پروری، عدم درک صحیح از آن به دلیل کمبود انتشاری و اطلاعات مستند است. کتاب حاضر از جمله منابعی است که قادر به ارایه مباحث اساسی اصلاح‌نژاد آبزیان به زبانی ساده و روان است و امکان آشنایی دانشجویان دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد رشته تکثیر و پرورش آبزیان را که قصد انجام پژوهش در این زمینه را دارند، فراهم می‌آورد. این کتاب در سال ۲۰۰۵، توسط انتشارات اسپرینگر توسط دو تن از افراد صاحب‌نام در زمینه اصلاح‌نژاد آبزیان، است. جرم و م. بازانسکی از کشور نروژ منتشر شده است.

در ترجمه کتاب، سعی ما بر این بوده است که ضمن وفاداری به متن اصلی، تا حد امکان از واژگان فارسی مناسب استفاده شود تا سادگی و روان بودن متن حفظ شود. با توجه به محدودیت‌ها و دشواری‌هایی که در امر ترجمه متون تخصصی وجود دارد، گاهم حتی جایگزینی یک واژه با واژه مناسب در زبان دیگر نیازمند صرف وقت فراوان است. با این حال، مترجم این کتاب خالی از ایراد نیست و از تمامی اساتید گرامی و دانشجویان عزیز خواهشمند است به انتقادهای پیشنهادی ارزنده خود را جهت بهبود متن حاضر در اختیار مترجمان قرار دهند.

وظیفه خود می‌دانیم که از داوران گرامی که زحمت بازخوانی متن ترجمه را بر عهده داشتند از جمله آقایان دکتر محمدرضا کلباسی، استاد دانشگاه تربیت مدرس و دکتر آقافخر میرلوحی استاد دانشگاه صنعتی اصفهان تشکر و قدردانی نماییم. در نهایت سپاسگزار ریاست و کارکنان محترم دفتر نشر دانشگاه صنعتی اصفهان به سبب حمایت‌های ارزنده در مراحل مختلف چاپ کتاب هستیم که با دقت نظر فراوان سعی در بهبود ترجمه حاضر داشتند.

دکتر سالار درافشان sdorafshan@cc.iut.ac.ir

سید مرتضی ابراهیمزاده sm_brahimzadch@hotmail.com

ندا گیلان‌نژاد neda.guilannejad@gmail.com

فهرست مطالب

۱	مقدمه
۱-۱	تاریخچه توسعه آبی پروری
۲-۱	توصیف یک برنامه اصلاح نژاد
۵	اهلی سازی و کاربرد اصلاح ژنتیکی در آبی پروری
۱-۲	اهلی سازی جانوران
۲-۲	اصلاح نژاد به روش انتخاب
۳-۲	صفت های کیفی
۴-۲	استفاده بهتر از منابع
۵-۲	فرایند تجمعی پیشرفت ژنتیکی
۶-۲	تأثیر ماندگار پیشرفت ژنتیکی
۷-۲	آغاز یک برنامه اصلاح نژاد
۸-۲	برنامه های انتخاب در آبی پروری
۹-۲	پیش نیازهای برنامه اصلاح نژاد
۳	موفقیت اصلاح نژاد به روش انتخاب در آبی پروری
۱-۳	مقدمه
۲-۳	آزاد ماهی اطلس
۳-۳	قزل آرای رنگین کمان
۴-۳	آزاد ماهی کوهو
۵-۳	تیلاپیا
۶-۳	کپور
۷-۳	گربه ماهی روگامی
۸-۳	سیم دریایی
۹-۳	میگو
۱۰-۳	اویستر
۱۱-۳	اسکالوپ

۲۶	۱۲-۳ مقایسه پیشرفت ژنتیکی گونه‌های آبی و گونه‌های پرورشی خشکی‌زی
۲۷	۱۳-۳ خلاصه و نتیجه‌گیری
۲۹	۴ مبانی نظری اصلاح نژاد و انتخاب
۲۹	۱-۴ مقدمه
۳۰	۲-۴ سلول
۳۰	۳-۴ ژنتیک پایه
۳۰	۱-۳-۴ مقدمه
۳۲	۲-۳-۴ ژن
۳۳	۳-۴ اثر رن‌ها
۳۴	۴-۴ واریانس
۳۴	۱-۴-۴ مقدمه
۳۴	۲-۴-۴ صفت‌های نکراری
۳۵	۳-۴-۴ صفت‌های کمی
۳۵	۴-۴-۴ واریانس در صفت‌های کمی
۳۶	۵-۴-۴ واریانس بین گونه‌ها
۳۸	۶-۴-۴ واریانس درون گونه‌ای
۳۸	۵-۴ ارزیابی واریانس و کوواریانس
۳۸	۱-۵-۴ میانگین و انحراف معیار
۴۰	۲-۵-۴ واریانس مجموع
۴۱	۳-۵-۴ واریانس ژنتیکی
۴۱	۴-۵-۴ وراثت پذیری
۴۳	۵-۵-۴ واریانس محیطی
۴۵	۶-۵-۴ هم‌بستگی بین صفت‌ها
۴۹	۷-۵-۴ رگرسیون
۴۹	۶-۴ خویش‌آمیزی و خویشاوندی
۴۹	۱-۶-۴ خویشاوندی ژنتیکی
۵۰	۲-۶-۴ خویش‌آمیزی
۵۳	۳-۶-۴ اندازه جمعیت مؤثر
۵۴	۴-۶-۴ تأثیر خویش‌آمیزی بر واریانس ژنتیکی
۵۴	۵-۶-۴ افت هم‌خونی

۵۶	۷-۴ دگر آمیزی
۵۶	۷-۴-۱ مقدمه
۵۶	۷-۴-۲ هتروزیس (پنیه هیبرید)
۵۹	۸-۴ آمیزش نژادهای خالص
۵۹	۹-۴ انتخاب
۵۹	۹-۴-۱ مقدمه
۶۰	۹-۴-۲ انتخاب طبیعی
۶۱	۹-۴-۳ انتخاب مصنوعی
۶۲	۹-۴-۴ بر اثر تغییر حاصل از انتخاب
۶۳	۹-۴-۵ انتخاب چندصفتی
۶۵	۹-۴-۶ پاسخ همبسته به انتخاب
۶۶	۹-۴-۷ اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی
۶۷	۹-۴-۸ روش های انتخاب
۶۸	۹-۴-۹ محدودیت های انتخاب
۷۳	۵ شروع برنامه های اصلاح نژاد
۷۳	۵-۱ مقدمه
۷۵	۵-۲ مبانی بنیادی یک برنامه اصلاح نژاد
۷۵	۵-۳ تشکیل یک جمعیت پایه
۷۸	۵-۴ اهداف انتخاب
۷۸	۵-۴-۱ مقدمه
۷۹	۵-۴-۲ نرخ رشد
۸۰	۵-۴-۳ ضریب تبدیل غذا (FCR) و بازده تبدیل خوراک (FCE)
۸۲	۵-۴-۴ مقاومت به بیماری
۸۷	۵-۴-۵ سن بلوغ جنسی
۸۸	۵-۴-۶ کیفیت محصول
۹۲	۵-۴-۷ قدرت تحمل سرما
۹۲	۵-۴-۸ هم آوری
۹۲	۵-۴-۹ رفتار
۹۳	۵-۴-۱۰ فراوانی بازیابی
۹۳	۵-۴-۱۱ اهداف محوری انتخاب

۹۴	۵-۵ ثبت اطلاعات
۹۴	۵-۵-۱ مقدمه
۹۵	۵-۵-۲ وزن بدن
۹۵	۵-۵-۳ بقا
۹۷	۵-۵-۴ کارایی تبدیل غذا
۹۸	۵-۵-۵ کیفیت محصول
۹۹	۵-۶ تنظیم داده‌ها
۱۰۳	۶ سازوکارهای اصلاح نژاد
۱۰۳	۶-۱ مقدمه
۱۰۳	۶-۲ خویش امیزی
۱۰۴	۶-۳ دگرآمیزی
۱۰۷	۶-۴ آمیزش خالص دامه
۱۰۹	۷ روش‌های انتخاب
۱۰۹	۷-۱ مقدمه
۱۱۰	۷-۲ عوامل مؤثر بر فراوانی آللی
۱۱۰	۷-۲-۱ مهاجرت
۱۱۰	۷-۲-۲ انتخاب
۱۱۰	۷-۲-۳ جهش
۱۱۰	۷-۲-۴ رانش ژنتیکی
۱۱۰	۷-۳ برگزیدن روش انتخاب
۱۱۱	۷-۴ انتخاب شجره‌ای
۱۱۲	۷-۵ انتخاب فردی
۱۱۳	۷-۶ انتخاب خانوادگی
۱۱۵	۷-۷ انتخاب درون خانوادگی
۱۱۶	۷-۸ آزمون نتاج
۱۱۷	۷-۹ پاسخ همبسته و انتخاب غیرمستقیم
۱۱۸	۷-۱۰ انتخاب تلفیقی
۱۱۹	۷-۱۱ انتخاب چندصفتی و شاخص انتخاب
۱۲۱	۷-۱۲ مقایسه روش‌های انتخاب

۱۲۳	۸ طرح آمیزش
۱۲۳	۸-۱ مقدمه
۱۲۴	۸-۲ تخم‌ریزی (تکثیر) توده‌ای
۱۲۵	۸-۳ آمیزش جفتی ساده
۱۲۷	۸-۴ طرح آمیزش اشعاعی
۱۲۸	۸-۵ آمیزش فاکتوریل
۱۲۹	۸-۶ ارتباط بین داده‌ها
۱۳۰	۸-۷ نتیجه‌گیری
۱۳۳	۹ برآورد ارزش اصلاحی
۱۳۳	۹-۱ مقدمه
۱۳۴	۹-۲ ارزش اصلاحی فردی
۱۳۵	۹-۳ ارزش اصلاحی خانواده‌ای تنی
۱۳۵	۹-۴ ارزش اصلاحی خاصه‌های ناتن
۱۳۶	۹-۵ ارزش اصلاحی صفت‌های در گانه‌ها استفاده از شاخص انتخاب
۱۳۷	۹-۶ مقیاس‌گذاری شاخص‌های انتخاب
۱۳۸	۹-۷ بهترین پیش‌بینی خطی نااریب
۱۳۹	۱۰ اثر متقابل ژنوتیپ - محیط
۱۳۹	۱۰-۱ مقدمه
۱۴۰	۱۰-۲ برآورد اثر متقابل ژنوتیپ - محیط ($G \times E$)
۱۴۵	۱۰-۳ نتیجه‌گیری
۱۴۷	۱۱ محاسبه پاسخ انتخاب
۱۴۷	۱۱-۱ مقدمه
۱۴۸	۱۱-۲ جمعیت شاهد
۱۴۹	۱۱-۳ مولدین میانگین
۱۴۹	۱۱-۴ آمیزش مکرر
۱۵۱	۱۱-۵ آنالیز تمایل ژنتیکی
۱۵۱	۱۱-۶ نتیجه‌گیری
۱۵۳	۱۲ ساختار برنامه‌های اصلاح نژاد
۱۵۳	۱۲-۱ مقدمه

۱۵۴	۱۲-۲ برنامه‌های اصلاح نژاد و کاربرد انتخاب فردی
۱۵۶	۱۲-۳ برنامه‌های اصلاحی پیشرفته
۱۵۷	۱۲-۳-۱ آمیزش و تفریخ
۱۵۹	۱۲-۳-۲ علامت‌گذاری
۱۶۰	۱۲-۳-۳ ثبت اطلاعات در طول دوره پرورشی
۱۶۰	۱۲-۳-۴ برداشت و پیش‌انتخاب مولدین در ایستگاه‌های اصلاحی
۱۶۱	۱۲-۳-۵ انتخاب نهایی مولدین
۱۶۱	۱۲-۳-۶ زانگرهای ژنتیکی برای انتساب والدینی
۱۶۲	۱۲-۴ ایستگاه‌های آزمون
۱۶۲	۱۲-۵ تولید رگه‌های خاص
۱۶۳	۱۲-۶ انتشار پیشرفت ژنتیکی
۱۶۴	۱۲-۶-۱ انتشار مستقیم از دست
۱۶۵	۱۲-۶-۲ انتشار از طریق دام‌ها
۱۶۷	۱۲-۷ برنامه‌های اصلاح نژاد گله‌های جد
۱۷۱	۱۳ آثار جانبی نامطلوب برنامه‌های اصلاح نژاد
۱۷۱	۱۳-۱ مقدمه
۱۷۲	۱۳-۲ آثار همبسته
۱۷۳	۱۳-۳ امکان تغییر هدف برنامه
۱۷۴	۱۳-۴ ممانعت از بروز بیماری
۱۷۵	۱۳-۵ اثر متقابل ژنتیک - محیط
۱۷۵	۱۳-۶ افزایش هم‌خونی
۱۷۶	۱۳-۷ نتیجه‌گیری
۱۷۷	۱۴ زیست‌فناوری در برنامه‌های اصلاح نژاد
۱۷۷	۱۴-۱ مقدمه
۱۷۸	۱۴-۱-۱ نشانگرهای دی.ان.ای
۱۷۸	۱۴-۱-۲ ریزماهورها
۱۷۸	۱۴-۱-۳ چندشکلی تک‌نوکلئوتیدی (SNPs)
۱۷۹	۱۴-۲ نقشه‌های پیوستگی
۱۸۱	۱۴-۳ جایگاه‌های صفت کمی (کیوتی.ال)

۱۸۴	۱-۳-۱۴ روش ژن کاندیدا.....
۱۸۴	۲-۳-۱۴ روش نقشه‌یابی جایگاه‌های صفت کمی.....
۱۸۵	۳-۳-۱۴ آنالیز پیوستگی.....
۱۸۶	۴-۳-۱۴ نقشه‌یابی ظریف کیو.تی.ال.....
۱۸۶	۵-۳-۱۴ نقشه‌یابی ال.دی.ال.ای.....
۱۸۷	۶-۳-۱۴ نقشه‌یابی کیو.تی.ال و کشف ژن.....
۱۸۷	۷-۳-۱۴ چگونه نیاز به تعیین ژنوتیپ را کاهش دهیم؟.....
۱۸۸	۴-۱۴ انتخاب براساس نشانگر.....
۱۹۰	۱-۴-۱۴ انواع انتخاب براساس نشانگر.....
۱۹۰	۲-۴-۱۴ انتخاب براساس ژن (جی.ای.اس).....
۱۹۱	۳-۴-۱۴ عدم تعادل پیوستگی ام.ای.اس (LD-MAS).....
۱۹۱	۴-۴-۱۴ تعادل پیوستگی ام.اس (LE-MAS).....
۱۹۲	۵-۴-۱۴ انتخاب ژنوم.....
۱۹۳	۵-۴-۱۴ سایر کاربردهای نشانگرهای ژنتیکی.....
۱۹۳	۱-۵-۱۴ تعیین نسب والدینی و ولایت -یابی.....
۱۹۴	۲-۵-۱۴ اثرهای متقابل ژنتیکی.....
۱۹۴	۳-۵-۱۴ تنوع ژنتیکی.....
۱۹۵	۶-۵-۱۴ داده‌های بیان ژن.....
۱۹۶	۷-۵-۱۴ موجودات تراریخت.....
۱۹۸	۸-۵-۱۴ توالی‌یابی ژنوم و فناوری‌های آتی.....
۱۹۹	۱۵ روش‌های تولیدمثل.....
۱۹۹	۱-۱۵ مقدمه.....
۲۰۰	۲-۱۵ ماده‌زایی.....
۲۰۱	۳-۱۵ نرزایی.....
۲۰۲	۴-۱۵ تریپلویدی.....
۲۰۴	۵-۱۵ تتراپلویدی.....
۲۰۵	۶-۱۵ تولید ذخایر تک‌جنس، XX و YY.....
۲۰۷	۱۶ مزایای اقتصادی برنامه‌های اصلاح نژاد.....
۲۰۷	۱-۱۶ مقدمه.....
۲۰۸	۲-۱۶ هزینه تولید مولدین.....

۳-۱۶	هزینه اجرای برنامه اصلاح نژاد.....	۲۰۸
۴-۱۶	مزیت اقتصادی برنامه‌های اصلاحی.....	۲۱۰
۵-۱۶	مشارکت نسبی انتخاب و رژیم‌های غذایی بر کازایی.....	۲۱۱
۶-۱۶	چه کسی از اصلاح ژنتیکی بهره‌مند می‌شود؟.....	۲۱۲
۱-۶-۱۶	حیوانات.....	۲۱۲
۲-۶-۱۶	پرورش دهنده.....	۲۱۵
۷-۱۶	مالکیت ذخایر اصلاح شده ژنتیکی.....	۲۱۷
	واژه‌نامه.....	۲۱۹
	منابع.....	۲۳۹