



مقدمای بر

زنتیبه تکمیلی

تألیف:

دکتر پوراندهخت گلکار

عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی اصفهان

دکتر حسین شاهوند حسینی

عضو هیات علمی دانشگاه شیراز



مرکز انتشارات جهادانشگاهی واحد صنعتی اصفهان

واحد صنعتی اصفهان

سرشناسه	شاهسوند حسنی، حسین، ۱۳۳۹-
عنوان و نام پدیدآور	مقدمه‌ای بر ژنتیک تکمیلی
مشخصات نشر	اصفهان: جهادانشگاهی، واحد صنعتی اصفهان، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	۱۷۶ ص:، مصور، نمودار
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۵۱۵۱-۸۵-۵
وضعیت فهرست نویسی	فیبای مختصر
یادداشت	فهرست نویسی کامل این اثر در نشانی: http://opac.nlai.ir قابل دسترسی است
یادداشت	واژه نامه.
یادداشت	کتابنامه.
یادداشت	نمایه.
شناسه افزوده	گلکار، پوراندخت، ۱۳۶۰-
شناسه افزوده	جهادانشگاهی واحد صنعتی اصفهان - مرکز انتشارات
شماره ثبت کتاب ملی	۳۸۵۵۴۷۹
نام کتاب	مقدمه‌ای بر ژنتیک تکمیلی
تألیف	دکتر حسین شاهسوند حسنی و دکتر پوراندخت گلکار
ارزیاب علمی	دکتر یحیی محمد میرمحمدی میبدی
ناشر	جهادانشگاهی واحد صنعتی اصفهان - مرکز انتشارات
نویت چاپ	اول
تاریخ نشر	۱۳۹۴
شمارگان	۵۰۰
تعداد صفحات	۱۷۶
لینوگرافی	پارسا
چاپ	پرتو
صحافی	سید
قیمت	۱۱۰۰۰۰ ریال
قیمت کتاب بدون اجازه کتبی ناشر، مجاز نمی‌باشد.	
✓ صحت مطالب کتاب به عهده مؤلف بوده و ناشر مسئولیتی در این موضوع ندارد. ✓ حق چاپ برای ناشر محفوظ است. تکثیر این کتاب یا بخشی از آن به هر شکل صریحاً و قانوناً ممنوع بوده و دارای پیگرد قانونی است. ✓ نشانی ناشر: اصفهان - دانشگاه صنعتی اصفهان - جهادانشگاهی - مرکز انتشارات - تلفن: ۰۳۱-۳۳۹۱۲۵۹۴ دورنگار: ۰۳۱-۳۳۹۱۲۵۴۱ وبسایت: www.isba.ir درگاه: www.isba.ir نشانی الکترونیکی: sec.iut@acecr.ac.ir درگاه: www.isba.ir	
مراکز پخش: ۱- کتابفروشی جهادانشگاهی (اصفهان) - دانشگاه صنعتی اصفهان - تلفن: ۰۳۱-۳۳۹۱۲۵۹۴ ۲- نمایشگاه کتاب جهادانشگاهی (تهران) - خیابان انقلاب اسلامی - بین خیابان فلسطین و چهارراه ولیعهد (عج) - جنب مؤسسه نمایشگاههای فرهنگی ایران - تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۸۷۲۶ ۳- علم گستر سپاهان (اصفهان) - خیابان آمادگاه - کوچه فتح آباد - پلاک ۹۰ - تلفن: ۰۳۱-۳۳۲۱۹۹۷۸ ۴- کتابپیران (تهران) - میدان انقلاب اسلامی - ابتدای خیابان آزادی - خیابان دکتر قریب - پلاک ۷ - تلفن: ۰۲۱-۱۵۶۶۵۱۰ شماره تماس برای خرید تلفنی کتاب از سراسر کشور: ۰۳۱-۳۳۹۱۲۵۹۴	

سخن ناشر

جای خرسندی و شکر بسیار است که در آستانه تابش پرتوهای حیات بخش اسلام بر پهنه زمین، خود را در زمانی می یابیم که اندیشه اصلاح نه تنها عبث نیست که پیمودن راههای کمال و رشد در هر بعدی از ابعاد انسانی هموارتر و شدنی تر می نماید. وظیفه آنان که در این دوره و در این سرزمین مقدس زندگی می کنند پس سنگین و دشوار است و بطور خاص مسئولیت دانشگاه و دانشگاهیان در کنار حوزه های مقدس علمیه جایگاهی حساس تعیین کننده در روند حرکت اجتماع دارد. تلاش پیگیر و همه جانبه برای بریدن بندهای وابستگی جهت جدسی است که باید از دانشگاه و حوزه شروع شود و انتشار کتب علمی از جمله کتب که شی است در راستای آنچه ذکر آن رفت. بدیهی است این کوشش زمانی به نتایج مفید می رسد که بطور مداوم از سوی استادان، دانشگاهیان و اندیشمندان متعهد مورد تقاد و پیشنهاد سازنده قرار گیرد.

اینک که چاپ اول این کتاب در دب دانشگاهیان ارجمند و مشتاق علم می گردد جای دارد از تمامی عزیزانی که در آماده سازی و تدوین آن تلاش نموده و زحمات زیادی را متحمل شده اند تشکر و قدردانی بعمل آید.

رئیس ان سارات جهاد دانشگاهی

راشد بنعل اصفهان

دکتر حسین شاهسوند حسنی درجه کارشناسی علوم زراعی و

کارشناسی ارشد در رشته اصلاح نباتات خود را از دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران اخذ نمود و به مدت دو سال به عنوان رئیس دفتر برنامه ریزی استانداری بوشهر و مشاور کشاورزی استاندار بوشهر مشغول خدمت گردید. در طی سالهای ۱۳۶۷-۱۳۷۳ مشغول به تدریس در دانشگاه شهید باهنر کرمان بود. وی مدرک دکترای خود را در



رشته اصلاح نباتات در سال ۱۳۷۷ از دانشگاه ردینگ انگلستان گرفت و پس از آن مشغول به تدریس دروس مختلف کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا در رشته زراعت و اصلاح نباتات در دانشگاه شهید باهنر کرمان شد. در این مدت راهنمایی پایان نامه بیش از ۶۰ دانشجوی کارشناسی، ۴۰ دانشجوی کارشناسی ارشد و چهار دانشجوی دکتری به ویژه با تأکید بر اصلاح غله جدید تریپل پلیم و درختچه هوهوبای مقاوم به تنش های محیطی را با همکاری دانشگاه های تربیت مدرس، ماهان شهرکرد، زابل، شیراز و زنجان بر عهده گرفت. وی ثبت بیش از یکصد و بیست مقاله کواه و کامل در سمینارها و همایش های معتبر داخلی و خارجی، تعداد زیادی مقالات ISI و ISC، انجام طرح تحقیقاتی منطقه ای و ملی، عضویت در انجمن های علمی داخلی و خارجی، داوری مجلات داخلی و طرح های تحقیقاتی، عضو هیأت تحریریه مجله بیوتکنولوژی کشاورزی، تألیف کتاب، راه اندازی و ریاست پژوهشکده باغبانی دانشگاه شهید باهنر کرمان، راه اندازی و ریاست آزمایشگاه وابسته به بخش بیوتکنولوژی و علوم زیستی در مرکز بین المللی علوم و تکنولوژی پیررفته و علوم محیطی واقع در ماهان کرمان، ریاست دوره شبانه و آموزش های آزاد دانشگاه شهید باهنر کرمان، ریاست دانشگاه تازه تأسیس شهرستان فسا در استان فارس را در کارنامه علمی - پژوهشی و اجرایی خود دارد. وی از سال ۱۳۹۰ به بخش زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز منتقل و در آنجا مشغول به آموزش و پژوهش شده است.

دکتر پوران‌دخت گلکار درجه کارشناسی، کارشناسی ارشد

در رشته اصلاح نباتات و دکترای خود را در رشته ژنتیک بیومتری از دانشگاه صنعتی اصفهان گرفت و در سال ۱۳۸۸ پس از اخذ مدرک دکترای مشغول به تدریس دروس مختلف کارشناسی و کارشناسی ارشد در دانشگاه شهید باهنر کرمان تا سال ۱۳۹۰ شد. نامبرده دانشجوی ممتاز (رتبه اول) دانشکده کشاورزی در مقاطع کارشناسی ارشد و دکترای



پایان نامه برتر در مقطع دکترای بوده است. ماحصل فعالیت های علمی ایشان چاپ کتاب، راهنمایی پایان نامه کارشناسی و کارشناسی ارشد، داوری مجلات علمی - پژوهشی داخلی - خارجی و پایان نامه، ارائه بیش از ۳۰ مقاله علمی - پژوهشی و مقالات کنفرانسی داخلی و خارجی می باشد. وی از سال ۱۳۹۱ به عنوان عضو هیات علمی در پژوهشکده زیست فناوری و مهندسی زیستی دانشگاه صنعتی اصفهان مشغول به کار شده است.

www.ketaboo.ir

مقدمه

تاکنون مقالات و کتب با ارزشی از دست اندرکاران آموزش و پژوهش در زمینه شاخه‌های مختلف ژنتیک به زبان فارسی نوشته شده است که بی‌شک همه آنها در فهم و گسترش شاخه‌های مختلف این دانش در کشور به‌ویژه در سطوح کارشناسی و در تمام زمینه‌های مربوطه مؤثر بوده است ولی در مقاطع تکمیلی یا به عبارت دیگر ژنتیک تکمیلی هنوز جای کار بسیار فراوان وجود دارد که نیاز به نوشتن مقالات و کتب مرتبط در این زمینه می‌باشد. در یک نگاه کلی تاریخچه به کارگیری اصول و مبنای علم ژنتیک به مطالعات گسترده مندل در خصوص پدیده کشف صفات مختلف در گیاه نخودفرنگی به سال ۱۸۶۶ میلادی برمی‌گردد. مقالات مندل که حاوی مطالعات وی بود تا سال ۱۹۰۰ مکتوم ماند به گونه‌ای که بعد از کشف یا قبول با تأخیر نظریات به وی انتساب علم ژنتیک داده شد.

اگرچه وی پایه گذار علم ژنتیک به حساب می‌آید و نحوه توارث صفات چند ژنی را بیان نمود، ولی باید امروز اذعان نمود که بسیاری از نتایج نحوه توارث صفات ساده (کیفی) یا عبارتی دیگر توارث ساده تک ژنی و دوژنی را برای صفات بیان نمود ولی راه را برای مطالعات ژنتیک کمی و پیشرفتهای امروزی مهندسی ژنتیک، تئوری گروه صفات کمی (QTL) و حتی بیوتکنولوژی و نانوبیوتکنولوژی امروزی فراهم نمود. در دیگر بر کسی پوشیده نیست که نقش یافته‌های مندل نه تنها در اصلاح گیاهان خودگشن بلکه در اصلاح گیاهان دگرگشن هم انقلابی را رقم زد. از طرفی باید گفت تحقیقات دیگر محققین بعد از او همانند مورگان (۱۹۱۹) در بیان دو قانون کلی وراثت شامل جورشدن مستقل آلل‌ها از یکدیگر در گامت‌ها و جور شدن تصادفی آنها، الهام گرفته از کارهای اولیه مندل بود. در سال ۱۹۰۰، ظهور ژنتیک به عنوان یک رشته علمی مطرح شد. در سالهای بعد باتسون^۱ علم وراثت را نامگذاری کرد. سپس در سال ۱۹۰۲ نقش کروموزوم‌ها در وراثت توسط ساتن^۲ مطرح و در طی سالهای بعد

1. Bateson

2. Sutton

پدیده‌های ژنتیکی بسیار مهمی همانند پیوستگی و کراسینگ آور در فرآیند میوز بعنوان اساسی ترین ابزار ایجاد تنوع ژنتیکی و کروموزومی و نهایتاً تنوع فنوتیپی شناسائی شد. مجموعه کشفیات علمی مهمی در علوم زیستی همانند نظریه پدیده هتروزیس توسط شول و ایست^۱ (۱۹۰۹)، سابقه کشف موتاسیون با اشعه X توسط مولر و استادلر^۲ (۱۹۲۷)، گزارش مولکولهای DNA بعنوان عامل انتقال ارثی صفات توسط آوری^۳ و همکاران (۱۹۴۲)، بیان عناصر ژنتیکی جابجاشونده توسط مک کلینتوف (۱۹۵۰)، کشف وضعیت ساختمانی مولکول DNA توسط واتسون و کریک (۱۹۵۳) و دهها واقعه علمی دیگر که کشف و شناسائی ساختار DNA را بدنبال داشته است، همگی دارای مبنای ژنتیک کلاسیک مندلی است که اینک ژنتیک را وارد مرحله جدیدی کرده و اساس علم ژنتیک مولکولی را نیز پایه گذاری کرده است. از طرفی دیگر هم راستا با تحولات ژنتیک کلاسیک مندلی، بخش جدیدی از ژنتیک تحت عنوان ژنتیک کمی با کارهای بیش^۴ هالدین^۵ پایه گذاری و باعث طرح وراثت صفات کمی و ژنتیک بیومتری گردید. هم‌زمان با اتفاقات علمی ذکر شده فوق در فواصل سالهای ۱۹۶۰- ۱۹۶۹ علم سیتوژنتیک ظهور یافت که در سایه آن تهیه نقشه‌های ژنتیکی، کاریوتایپ در موجودات و شناسائی ساختار داخلی که رزوه با ابداع شد. همچنین از حدود دهه ۱۹۷۰ با کشف آنزیمهای برشی و تولید اولین مولکول DNA ی نو ترکیب، ژنتیک به عنوان علمی تأثیرگذار در جهان بعنوان یکی از هفت صنعت و علم کلیدی دنیا پا به عرصه جدیدی گذاشت به طوری که در سال ۱۹۸۵ اولین بار تکنیک PCR برای تکثیر DNA بکار رفت. و مباحث تکثیر ژن، موتاسیون‌های در سطح ژن و نوکلئوتید همانند تیلینگ^۶ و اپی ژنتیک، تهیه نقشه‌های ژنتیکی، نقشه‌یابی ظریف ژنها، تهیه کتابخانه‌های ژنی، انتقال ژن و تولید موجودات تراریخت، توالی‌یابی ژنوم موجودات مختلف و کشف دهها پدیده علمی دیگر و مسائل با ژنتیک تنها بخش‌های کوچکی از تواناییهای ژنتیک نوین در عرصه دنیای کنونی می‌باشد. امروزه علم ژنتیک به شاخه‌های تخصصی متعددی همچون ژنتیک کلاسیک (ژنتیک مندلی)، ژنتیک

-
1. Shull and East
 2. Muller and Stadler
 3. Avery
 4. Fisher
 5. Haldane
 6. Tilling

سلولی، ژنتیک جمعیت، ژنتیک کمی، ژنتیک بیوشیمی، ژنتیک مولکولی، ژنتیک ریزسازواره‌ها، ژنتیک انسانی، ژنتیک تکامل، ژنتیک سیتوبلاسمی، اپی‌ژنتیک و دیگر شاخه‌های ژنتیک تعمیم یافته است. بنابراین توضیح و کاربرد تمام شاخه‌ها و بخشهای مرتبط با ژنتیک از حیطه این کتاب بعنوان مقدمه‌ای بر ژنتیک تکمیلی در مهندسی علوم زیستی با تأکید بر علوم گیاهی بویژه به نژادی گیاهان زراعی است. لذا سعی شده است که در این کتاب به بخشی از مباحث ژنتیک که مرتبط با علوم گیاهی و به نژادی آنها می‌باشند، پرداخته شود تا مطالب برای کلیه علاقمندان در این زمینه به‌ویژه دانشجویان تحصیلات تکمیلی اصلاح نباتات و سیت‌ژنتیک قابل استفاده باشد. نویسندگان این کتاب سهمی مساوی در تدوین و گردآوری کلیه مطالب کتاب داشته‌اند.

بدیهی است که این اثر در نوع خود اگرچه ممکن است دارای نوآوری‌هایی باشد، ولی قطعاً خارج از کمربند کمال نخواهد بود و همین جا از کلیه صاحب‌نظران و بهره‌برداران این اثر با نهایت احترام و مواضع درخواست می‌نمائیم تا ما را از نظرات ارزشمند خود محروم ننمایند و حتماً نکات و نقدهای سازنده را به ما منعکس نمایند، در چاپ‌های بعدی مورد بهره‌برداری قرار خواهند گرفت.

دکتر پوران‌دخت گلکار

دکتر حسین شاهسون

فهرست مطالب

مقدمه

فصل اول

ژنتیک غیرهسته‌ای

- ۱-۱ مقدمه ۱
- الف: دیدگاه ساختاری و ساختمانی ۱
- ب: دیدگاه زیستی یا فنوتیپی ژن ۱
- ۲-۱ وراثت غیرهسته‌ای ۲
- ۳-۱ خواص ژن و بلاسمرن ۳
- ۴-۱ اندامک‌های غشایی غیر غشایی ۶
- ۴-۱-۱ اندامک‌های غیر غشایی ۷
- ۴-۱-۲ پلاستیدها ۷
- ۴-۳-۱ میتوکندری ۸
- ۴-۳-۱-۱ خواص ژنتیکی میتوکندری ۱۰
- ۵-۱ همزیست‌های داخل سلولی ۱۳
- ۶-۱ توارث مادری ۱۴
- ۷-۱ پدیده نر عقیمی ۱۴
- ۷-۱-۱ نر عقیمی ژنتیکی ۱۵
- ۷-۲-۱ نر عقیمی ژنتیکی - سیتوپلاسمی ۱۵
- ۸-۱ صفات وابسته به جنسیت ۱۶

فصل دوم

عناصر ژنتیکی جابه‌جا شونده

- ۱-۲ مقدمه ۱۷
- ۲-۲ عناصر جابه‌جا شونده ۱۸

- ۱۸ ۲-۲-۱ عناصر توالی‌های وارد شونده (IS)
- ۱۹ ۲-۲-۱-۱ اهمیت پزشکی ترانسپوزون‌های باکتریایی
- ۲۱ ۲-۲-۲ جابه‌جا شونده‌های مرکب
- ۲۳ ۲-۲-۳ خانواده Tn3
- ۲۵ ۲-۳-۱ انواع ترانسپوزون‌های یوکاریوتی
- ۲۵ ۲-۳-۱ عناصر جابه‌جا شونده در گیاهان
- ۲۶ ۲-۳-۱-۱ فامیل ژنی AC/DS در ذرت
- ۲۸ ۲-۳-۱-۲ نحوه جابه‌جایی در ذرت
- ۳۰ ۲-۳-۱-۳ عناصر بازدارنده - موتاژن (Spm) و عناصر بازدارنده - موتاژن ناقص (dspm)
- ۳۱ ۲-۳-۱-۴ عناصر جابه‌جا شونده معکوس - تکرار شده ریز (MITE)
- ۳۳ ۲-۳-۲ عناصر جابه‌جا شونده در جانوران
- ۳۴ ۲-۳-۲-۱ عناصر در بخش سرکه
- ۳۵ ۲-۳-۲ رتروترانسپوزون‌ها
- ۳۶ ۲-۳-۲-۱ عناصر شبیه رتروویرس L1 رتروترانسپوزون‌ها
- ۳۷ ۲-۳-۲-۱-۱ عنصر TY1
- ۳۸ ۲-۳-۲-۲ عناصر Copia و Gypsy
- ۳۹ ۲-۳-۲-۲ رتروپوزون‌ها
- ۴۰ ۲-۳-۲-۳-۱ عناصر هسته‌ای ادغام شونده طویل (L1s)
- ۴۰ ۲-۳-۲-۳-۲ عناصر هسته‌ای ادغام شونده کوتاه (SINES)
- ۴۰ ۲-۳-۲-۳-۲ رتروپوزون‌های تلومر اختصاصی
- ۴۱ ۲-۴-۱ مکانیسم‌های کنترل جابه‌جایی عناصر جابه‌جا شونده
- ۴۱ ۲-۴-۱ خاموش سازی عناصر جابه‌جا شونده
- ۴۲ ۲-۴-۱ ژنتیک مولکولی خاموش شدن عناصر جابه‌جا شونده
- ۴۳ ۲-۴-۱ متشاء عناصر جابه‌جا شونده
- ۴۳ ۲-۴-۱ انواع تغییرات ژنتیکی که می‌تواند به واسطه عناصر جابه‌جا شونده ایجاد شود

۴۳	۹-۲ بحث تکاملی عناصر جابه‌جا شونده
۴۳	۱-۹-۲ القای جهش و شکستگی کروموزومی
۴۴	۲-۹-۲ کاربرد عناصر جابه‌جا شونده در مطالعات ژنتیکی
۴۵	۱۰-۲ نقشه‌یابی مکان ترانسپوزون‌ها

فصل سوم

پلی‌پلوئیدی در گیاهان و ژنتیک سلولی

۴۷	۱-۳ مقدمه
۵۲	۲-۳ تعداد کروموزوم
۵۳	۱-۲-۳ یجا پلی‌پلوئیدی
۵۴	۲-۲-۳ انواع پلی‌پلوئیدی
۵۴	۱-۲-۲-۳ پلی‌پلوئیدی
۵۷	۲-۲-۲-۳ یوپلوئیدی
۵۸	۳-۲-۲-۳ منوپلوئیدی
۶۲	۳-۳ آنوپلی پلوئیدها
۶۳	۴-۳ آلوپلی پلوئیدها
۶۴	۵-۳ تولید و مطالعه موجودات پلی‌پلوئید از نظر ساختار کروموزومی
۶۸	۶-۳ سیتوزژنیک
۷۱	۱-۶-۳ کاریوتیپ
۷۶	۲-۶-۳ انواع کاریوتیپ در سلولهای مختلف
۷۶	۱-۲-۶-۳ کاریوتیپ متقارن
۷۷	۲-۲-۶-۳ کاریوتیپ نامتقارن
۷۸	۳-۶-۳ تعیین پارامترهای کاریوتیپی
۸۴	۷-۳ نقشه‌های سیتوزژنتیکی
۹۱	۸-۳ کاریوتایپینگ جریان یافته (FACS)
۹۲	۹-۳ ریزبرشی کروموزوم

فصل چهارم

جهش ژنی و کاربردهای آن

- ۹۳ ۱-۴ مقدمه‌ای بر جهش
- ۹۴ ۲-۴ تعریف جهش
- ۹۵ ۳-۴ جهش خود به خودی و القا
- ۹۵ ۴-۴ اثرات فنوتیپی موتاسیون‌ها
- ۹۶ ۱-۴-۴ جهش غالب یا مغلوب
- ۹۷ ۲-۴-۴ جهش‌های شرطی
- ۹۷ ۱-۲-۴-۴ جهش‌های اگزوتروف
- ۹۷ ۲-۲-۴-۴ جهش‌های حساس به دما
- ۹۷ ۳-۲-۴-۴ جهش‌های حساس - بازدارنده
- ۹۸ ۳-۴-۴ جهش‌های رمانتکی و جنسی
- ۱۰۰ ۵-۴ پلیوتروپی در جهش‌ها
- ۱۰۰ ۶-۴ جهش‌های برگشتی و بازدارنده
- ۱۰۴ ۱-۶-۴ جهش معنی‌دار
- ۱۰۵ ۲-۶-۴ جهش بدون معنی یا ختم
- ۱۰۵ ۳-۶-۴ جهش خاموش
- ۱۰۵ ۴-۶-۴ جهش چهارچوبی
- ۱۰۶ ۷-۴ مکانیسم‌های ترمیم DNA جهش‌یافته
- ۱۰۶ ۱-۷-۴ فعال‌سازی نوری
- ۱۰۶ ۲-۷-۴ ترمیم پس از همانندسازی
- ۱۰۸ ۳-۷-۴ ترمیم خارج‌سازی
- ۱۱۱ ۴-۷-۴ ترمیم جفت شدن اشتباهی
- ۱۱۱ ۸-۴ ژن‌های SOS
- ۱۱۳ ۹-۴ مکانیسم‌های ترمیم DNA در یوکاریوت‌ها

۱۱۳	۱۰-۴ تقسیم‌بندی جهش‌ها از نظر نوع اثر
۱۱۳	۱-۱۰-۴ جهش‌های فیزیکی
۱۱۵	۱-۱۰-۴ اثر پرتودهی بر مولکول DNA
۱۱۵	۲-۱۰-۴ اثر پرتودهی بر کروموزوم
۱۱۶	۲-۱۰-۴ جهش‌های شیمیایی
۱۲۰	۱۱-۴ ارتباط بین جهش و سرطان‌زایی
۱۲۱	۱۲-۴ فراوانی جهش
۱۲۳	۱۳-۴ کارهای جهش
۱۲۳	۳-۴ رت‌بالای تشخیص فرآیندهای بیولوژیکی از طریق تجزیه موتاسیونی ...
۱۲۴	۱۲-۱۳-۴ گیاهان در روش جهش‌زایی
۱۲۶	۱-۲-۱۳-۴ جهش‌های سبب در گیاهان
۱۲۸	۲-۲-۱۳-۴ جهش‌های آبی گیاهان
۱۳۳	۱-۲-۲-۱۳-۴ جهش‌های القایی در گیاهان با استفاده از مواد شیمیایی
۱۳۴	۲-۲-۲-۱۳-۴ جهش‌های القایی در مقادیر کم جهش‌های خودبخودی در گیاهان ...
۱۳۴	۳-۲-۱۳-۴ عوامل موفقیت در اصلاح نباتات به روش جهش
۱۳۵	۱۴-۴ طبیعت جهش‌ها
۱۳۶	۱۵-۴ ردیابی تغییرات موضعی القاء شده در ژنوم یا تیلینگ (Tilling)
۱۴۰	۱-۱۵-۴ مزایای تکنیک‌های تیلینگ
۱۴۱	۲-۱۵-۴ معایب تکنیک‌های تیلینگ
۱۴۱	۳-۱۵-۴ کاربردهای تکنیک‌های تیلینگ و اکوتیلینگ
۱۴۳	کتابنامه
۱۵۹	نمایه