



نشانگرهای مولکولی در بیوتکنولوژی کشاورزی

تألیف:

دکتر ناصر صفایی،

دانشیار دانشگاه تربیت مدرس

حیدر سیفی نبی آباد، معصومه امینی



انتشارات حق شناس
HAGHSHENASS
PUBLICATION

۱۳۸۹



سرشناسه	صفایی، ناصر، ۱۳۴۷-
عنوان و نام پدیدآور	نشانگرهای مولکولی در بیوتکنولوژی کشاورزی / تالیف: ناصر صفایی، حیدر سیفی نبی آباد، معصومه امینی.
مشخصات نشر	رشت : حق شناس، ۱۳۸۹.
بشخصات ظاهری	۳۹۱ص. : مصور، جدول، نمودار.
شابک	۷۸۰۰۰ ریال : 4-43-978-600-5228
وضعیت فهرست نویسی	فیا :
یادداشت	واژه نامه.
موضوع	ژنوم گیاهی -- نقشه یابی
موضوع	چند شکلی های ژنتیک
موضوع	تکنولوژی زبسی کشاورزی
شناسه افزوده	سیفی نبی آباد، حیدر، ۱۳۶۲-
شناسه افزوده	امینی، معصومه، ۱۳۵۹-
رده بندی کنگره	۱۳۸۹ ن ۷ ص ۷/۴۵/ QK ۹۸۱
رده بندی دیویی	۵۷۱/۸۶۲ :
شماره کتابشناسی ملی	۱۹۸۳۳۲۷ :

نام کتاب	نشانگرهای مولکولی در بیوتکنولوژی کشاورزی
تألیف	دکتر ناصر صفایی، حیدر سیفی نبی آباد، معصومه امینی
ناشر	نشر حق شناس
طرح روی جلد	سحر خیرخواه
چاپ	۱۳۸۹ :
چاپخانه	پرستو :
صحافی	شکیب :
لیتوگرافی	همراهان :
قیمت	۷۸۰۰۰ ریال :
شمارگان	۱۰۰۰ :
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۵۲۲۸-۴۳-۴ : ISBN 978-600-5228-43-4

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

مرکز نشر و پخش: رشت - سبزه میدان - نبش بیستون - مرکز تجاری سبز
صندوق پستی: ۱۴۸۵-۴۱۶۳۵ تلفن: ۲۲۴۴۴۱۴۴ شماره: ۲۲۴۶۷۶۹

E-mail: Haghshenass_publication@yahoo.com
www.Haghshenass.com

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیشگفتار	۱۱

فصل اول

۱۳	منابع اصلی نشانگرهای مولکولی	۱۳
۱۳	معیارهای طبقه‌بندی نشانگرها	۱۳
۱۴	نشانگرهای همباز انفرادی	۱۴
۱۴	چند شکلی توالی	۱۴
۱۶	تفاوت در مکان‌های آنزیم برشی (روش RFLP)	۱۶
۱۷	انتخاب محیط تفکیک جهت آشکارسازی چندشکلی اسید نوکلئیک	۱۷
۲۰	کاوشگرهای مولکولی	۲۰
۲۱	مراحل روش RFLP	۲۱
۲۲	آماده‌سازی کاوشگر (کاوشگرهای رادیواکتیو و کاوشگرهای سرد)	۲۲
۲۷	چندشکلی از لحاظ ژنتیکی	۲۷
۲۸	کاوشگرهای غیر اختصاصی	۲۸
۲۹	نشانگر PBR یا CAPS	۲۹
۳۱	بررسی چند شکلی محصولات تکثیری (مکانهای توالی نشانمند، STS)	۳۱
۳۳	تفاوت در پایداری : روش D/TGGE	۳۳
۳۵	روش‌های تعیین ژنوتیپ با SNP	۳۵
۳۷	تکنیک DASH	۳۷
۳۹	روش بیکن‌های مولکولی	۳۹
۴۱	ریز آرایه های SNP	۴۱
۴۱	تراشه های دی. ان. ا.	۴۱
۴۳	روش‌های مبتنی بر گویچه	۴۳
۴۴	روشهای مبتنی بر آنزیم ها جهت شناسایی SNP ها	۴۴
۴۴	روش های مبتنی بر PCR	۴۴
۴۴	پی. سی. آر ویژه‌ی آلل	۴۴
۴۵	روش Tetra-primer ARMS-PCR	۴۵
۴۶	اندنوکلئاز Flap (FEN)	۴۶
۴۹	سنجش 5' نوکلئاز	۴۹
۵۰	گسترش آغازگر	۵۰

۵۲	روش سنجش اتصال الیگونوکلوئید
۵۵	روش چند شکلی ساختار تک رشته SSCP
۵۷	کروماتوگرافی مایع با قدرت تفکیک بالای واسرشت کننده
۵۸	Pyrosequencing TM
۶۰	چند شکلی در تعداد تکرارهای یک توالی
۶۴	تکنیک SSR مولتی پلکس
۶۴	الگوهای نشانگرهای غالب چندگانه (انگشت‌نگاری ژنتیکی)
۶۵	چند شکلی توالی
۶۵	تفاوت در مکانهای دو رنگ شدن یک آغازگر تصادفی یا روش‌های RAPD, MAAP, PCR - AP و DAF
۶۸	تفاوت در جایگاههای برش و جایگاههای دو رنگ گیری آغازگرهای اختصاصی (AFLP TM)
۷۰	چند شکلی حاصل از تعداد تکرارهای پشت سرهم
۷۰	روش ISSR
۷۱	ماهورک‌ها
۷۲	نشانگر rep-PCR
۷۴	استفاده از ترانسپوزون‌ها به عنوان نشانگرهای مولکولی
۷۵	رتروترانسپوزان‌های LTR
۷۶	رتروترانسپوزان‌ها به عنوان نشانگرهای مولکولی
۷۹	تکنیک REMP
۸۱	جنین‌زایی گامتوفیتیک و نشانگرهای رتروترانسپوزان
۸۲	توسعه و کاربرد نشانگرهای رتروترانسپوزان
۸۴	نشانگرهای ژنی cDNA و پروتئین‌ها
۸۸	منابع

فصل دوم

۹۳	ساخت نقشه‌های پیوستگی ژنی
۹۵	مفهوم فاصله ژنتیکی
۹۶	فاصله هاندن
۹۸	فاصله کوسامبی و دیگر فواصل
۱۰۰	تخمین میزان نوترکیبی و آزمون‌های پیوستگی
۱۰۱	مقایسه و سنجش جمعیت‌های با بیشترین کاربرد
۱۰۱	جمعیت‌های که امکان دسترسی به فاز هاپلوتیپ را می‌دهند
۱۰۱	دابل هاپلوتیپ‌ها
۱۰۳	مگا گامتوفیت در بازدانگان

۱۰۳	جمعیت‌های تلافی برگشتی
۱۰۵	جمعیت‌های F_2
۱۰۷	اینبرد لاین‌های نو ترکیب
۱۱۱	جمعیت‌های حاصل از والدین تثبیت نشده
۱۱۱	مثال عمومی
۱۱۳	دابل تست کراس - کاذب
۱۱۳	مقایسه اشکال مختلف جمعیت‌ها
۱۱۳	گیاهان چند ساله
۱۱۴	تعیین میزان غالبیت
۱۱۴	صحت و دقت χ^2 در تخمین
۱۱۸	اصول نقشه‌های ژنی
۱۱۸	اشباع نقشه‌های ژنی
۱۲۱	نسبی بودن طول نقشه‌های ژنتیکی
۱۲۱	ارتباط بین فواصل فیزیکی و ژنتیکی
۱۲۳	بررسی سازماندهی ژنوم
۱۲۵	نقشه‌یابی مقایسه‌ای
۱۲۸	نقشه‌های سین تنی
۱۲۹	سین تنی بین برنج و گندمیانی نظیر ذرت، گندم و جو
۱۳۳	منابع

فصل سوم

۱۳۹	ترسیم نقشه ژنهای اصلی (بزرگ اثر)
۱۳۹	روشهای ترسیم نقشه‌های بزرگ اثر
۱۳۹	لاین‌های ایزوژنیک - نزدیک
۱۴۰	تجزیه و تحلیل تفرق توده‌ای (BSA)
۱۴۴	استفاده از نشانگر برای همسانه سازی ژنهای بزرگ اثر
۱۴۴	اصول همسانه سازی مکانی
۱۴۵	نقشه‌یابی با قدرت تفکیک بالا
۱۴۶	شناسایی ژن هدف در همسانه‌های ژنومیک
۱۴۸	منابع

فصل چهارم

۱۵۱	ترسیم نقشه و خصوصیات جایگاه‌های صفت کمی
۱۵۴	اصول نقشه‌یابی QTL

۱۵۵	آشکار سازی انفرادی نشانگرهای QTL
۱۵۶	آشکار سازی QTL بوسیله تجزیه و تحلیل واریانس در یک جمعیت F_2
۱۶۴	اندازه گیری اثرات QTL
۱۶۵	نقشه یابی دقیق QTL
۱۶۵	لاین های ایزوژنیک نزدیک
۱۶۶	لاین های اینبرد با قدرت نوترکیبی بالا
۱۶۷	محدودیت های تشخیص QTL ها بر اساس نشانگرهای انفرادی
۱۶۸	آشکار سازی QTL ها با استفاده از دو یا تعداد بیشتری نشانگر
۱۶۸	روش های ترسیم نقشه فاصله ای
۱۷۰	روش های چند نشانگری
۱۷۱	عواملی که بر آشکار سازی QTL اثر می گذارند
۱۷۱	قدرت آشکار سازی و واریانس داخل کلاس
۱۷۲	اندازه جمعیت و تراکم نشانگر
۱۷۴	انتخاب خطرات آماری (ریسکها)
۱۷۴	انحراف از حالت نرمال
۱۷۵	مزایا و معایب جمعیت های رایج مورد استفاده برای آشکار سازی QTL
۱۷۵	مقایسه F_2 ، بک کراس، دابل هاپلوئید و لاین های اینبرد نوترکیب
۱۷۶	نسل بدست آمده از والدین هتروزیگوت
۱۷۶	جمعیت هایی که در آن زمینه ژنتیکی بصورت جزئی کپی شده است
۱۷۷	تعیین ژنوتیپ به صورت انتخابی
۱۷۸	ژنتیک و اصول مولکولی واریانس صفات کمی
۱۷۸	داده های ژنتیکی در QTL ها
۱۸۰	اثرات غالبیت
۱۸۱	تفکیک متجاوز
۱۸۲	ایستازی
۱۸۳	بررسی ژنتیکی همبستگی بین صفات
۱۸۵	تشریح ژنتیکی صفات
۱۸۵	اثرات محیط
۱۸۶	نقشه یابی QTL مقایسه ای
۱۸۷	تشخیص QTL ها
۱۸۷	همسانه سازی QTL
۱۸۹	ژنهای کاندیدا
۱۸۹	ژنهای کاندیدای « عملکردی »
۱۹۱	ژنهای کاندیدای وابسته به مکان

۱۹۲.....	تایید ژنهای کاندیدا.....
۱۹۲.....	توالی‌یابی آلل‌های کاندیداها.....
۱۹۲.....	آشکارسازی QTL های مربوط به بیان یا فعالیت ژن کاندیدا.....
۱۹۳.....	ترانسفورماسیون.....
۱۹۳.....	متمم یا مکمل گیری کمی.....
۱۹۵.....	توسعه و کاربرد نشانگرهای مولکولی برای مقاومت به تنش غیرزیستی در جو.....
۱۹۷.....	اثر ژن‌های نموی.....
۱۹۸.....	واریانس نژادهای بومی یا گونه‌های وحشی.....
۲۰۰.....	نقشه یابی QTL.....
۲۰۶.....	منابع.....

فصل پنجم

۲۱۱.....	نشانگرهای مولکولی در ژنتیک جمعیت.....
۲۱۲.....	کاربرد ویژه نشانگرهای مولکولی در مقایسه با سایر نشانگرهای متداول.....
۲۱۲.....	چند آللی.....
۲۱۳.....	افزایش تعداد جایگاه های ژنی.....
۲۱۳.....	دسترسی به چندشکلی دی. ان. ا. سیتوپلاسمی.....
۲۱۴.....	مرتب سازی آلل ها.....
۲۱۵.....	روش های مولکولی رایج برای مطالعه تنوع ژنوم کلروپلاست.....
۲۱۵.....	روش دی. ان. ا. بارکدینگ در مطالعات تنوع ژنوم میتوکندری.....
۲۱۷.....	تجزیه تنوع مولکولی.....
۲۱۸.....	اندازه گیری تنوع نوکلئوتیدی با استفاده از توالی ها.....
۲۲۰.....	اندازه گیری تنوع نوکلئوتیدی با استفاده از روش های نشانگر.....
۲۲۲.....	چندشکلی داخل یک جمعیت.....
۲۲۳.....	بیان چندشکلی داخل جمعیت.....
۲۲۳.....	شاخص هایی که تعداد متغیرها را به حساب می آورند.....
۲۲۳.....	شاخص های که فراوانی متغیرها را به حساب می آورند.....
۲۲۶.....	اندازه گیری تنوع ژنتیکی با انواع مختلف نشانگرها.....
۲۲۶.....	اندازه گیری تنوع ژنتیکی در سطح آللی.....
۲۲۷.....	نوع خاصی از نشانگرهای غالب.....
۲۲۸.....	اندازه گیری تنوع ژنتیکی در سطح نوکلئوتید.....
۲۲۹.....	تمایز بین جمعیت ها.....
۲۲۹.....	بیان عمومی تمایز.....
۲۳۲.....	اندازه گیری تمایز با سیستم های نشانگری متفاوت.....

۲۳۲	اندازه‌گیری تمایز در سطح آللی
۲۳۳	اندازه‌گیری تمایز در سطح نوکلئوتیدی
۲۳۵	استفاده از نشانگرهای ریز ماهواره در تحقیقات مربوط به طیور
۲۳۵	کاربردهای نشانگر ریز ماهواره در گونه‌های مختلف طیور
۲۳۵	جوجه مرغ‌ها
۲۳۸	بلدرچین
۲۳۹	بوقلمون، غاز، اردک
۲۴۱	جریان ژن
۲۴۱	اندازه‌گیری غیر مستقیم جریان ژنی
۲۴۱	نرخ‌های مقایسه‌ای مهاجرت کرده و بدر
۲۴۲	منشاء ژنوتیپ‌های همسانه شده
۲۴۴	اندازه‌گیری مستقیم جریان ژنی
۲۴۶	نشانگرهای مولکولی در تکنولوژی داروهای گیاهی
۲۴۷	روند رایج در طب گیاهی
۲۴۷	کاربرد نشانگرهای مولکولی در تکنولوژی داروی گیاهی
۲۴۷	تنوع ژنتیکی / تعیین ژنوتیپ
۲۴۸	احراز هویت گیاهان دارویی
۲۴۹	آشکارسازی قلب و جایگزین کردن مواد دارویی گیاهی
۲۵۰	انتخاب تیپ شیمیایی مطلوب به کمک نشانگر
۲۵۱	اصلاح گیاهان دارویی
۲۵۱	کاربرد نشانگرها در غذا و مواد مغذی
۲۵۲	نشانگرهای دی. ان. ا. به عنوان وسیله جدید در داروشناسی گیاهی
۲۵۵	منابع

فصل ششم

۲۶۱	کاربرد نشانگرها در انتخاب
۲۶۱	نقش مطالعات تنوع در انتخاب
۲۶۲	روشهای اصولی تجزیه داده‌ها
۲۶۳	ارتباطات بین تنوع مولکولی، تنوع فنوتیپی و هم‌اجدادی
۲۶۵	کاربرد روشهای طبقه‌بندی: گروههای هتروژیک و مدیریت منابع ژنتیکی
۲۶۷	ارتباط بین انشعاب مولکولی و هتروزیس
۲۷۳	استفاده از نشانگرهای مولکولی در افزایش مقاومت حیوانات به بیماری‌ها
۲۷۴	نقشه یابی تنوع ژنتیکی حیوانات اهلی
۲۷۴	استفاده از تنوع نشانگرهای مولکولی در تصمیمات حفاظتی

۲۷۵	استفاده از تنوع نشانگرهای مولکولی در تصمیم‌گیری برای کاربرد
۲۷۶	استفاده از نشانگرهای مولکولی جهت تأیید فرضیه مکانیسم‌های متفاوت کنترل ژنتیکی
۲۷۶	استفاده از نشانگرها جهت حفاظت واریته‌های جدید
۲۷۷	چشم‌اندازها
	استفاده از نشانگرهای مولکولی و سایر اطلاعات جهت جمع‌آوری نمونه‌های ژرم پلاسما به منظور ساخت
۲۷۸	بانک ژن حیوانی
۲۷۸	استفاده از نشانگرهای مولکولی در مطالعه تنوع ژنتیکی
۲۷۹	ایجاد یک بانک ژن
۲۸۱	انتخاب به کمک نشانگر
۲۸۲	کاربرد نشانگرها در اصلاح دام
۲۸۲	استراتژی مکان یابی ژنهای کنترل کننده صفات
۲۸۳	تداخل ژنی به کمک نشانگر (MAI)
۲۸۴	انتخاب به کمک نشانگر (MAS)
۲۸۷	ساخت ژنوتیپ
۲۸۷	تلاقی برگشتی به کمک نشانگر برای صفت تک ژنی
۲۸۹	تلاقی برگشتی به کمک نشانگر برای صفت چندژنی
۲۸۹	انتقال یک قطعه کروموزومی که یک QTL را حمل می‌کند
۲۹۰	انتقال چندین قطعه کروموزومی
۲۹۱	انتخاب شجره‌ای به کمک نشانگر
۲۹۳	انتخاب تکرار شونده به کمک نشانگر
۲۹۴	انتخاب تکرار شونده فقط براساس نشانگرها
۲۹۴	انتخاب برگشت دهنده بر اساس ارزش افزایشی پیش‌بینی شده توسط نشانگرها
۲۹۶	انتخاب ترکیبی براساس نشانگرها و فنوتیپ
۲۹۶	اصول و کارایی مورد انتظار
۲۹۹	مقایسه با ساخت ژنوتیپ‌ها
۳۰۰	منابع

فصل ۷

۳۰۵	کاربرد نشانگرهای مولکولی در بیماری شناسی گیاهی
۳۰۵	کاربرد نشانگرهای مولکولی در مطالعات ژنتیکی قارچ‌های بیمارگر گیاهی
۳۰۵	ژنتیک قارچ‌های بیمارگر گیاهی
۳۰۶	ژنهای کدکننده پروتئین
۳۰۶	توالی‌های میتوکندریایی
۳۰۷	نیاز به روشهای مولکولی در شناسایی قارچ‌ها

۳۱۰	نشانه‌های مولکولی و شناسایی قارچ‌های بیمارگر گیاهی
۳۱۲	تشخیص بیماریهای گیاهی
۳۱۳	شناسایی مستقیم بیمارگرها در قسمتهای مختلف گیاه
۳۱۵	کاربرد نشانه‌های مولکولی در مطالعات تنوع ژنتیکی قارچ‌های بیمارگر گیاهی
۳۲۰	کاربرد نشانه‌های مولکولی در اپیدمیولوژی قارچ‌های بیمارگر گیاهی
۳۲۵	کاربرد نشانه‌ها به صورت انفرادی
۳۲۵	انتخاب نشانه‌های مولکولی
۳۲۷	استفاده از نشانه‌های مولکولی در مقاومت به بیماری‌های گیاهی
۳۲۸	نقشه یابی ژن‌های غیر بیماری زایی در قارچ <i>Magnaporthe grisea</i> عامل پلاست برنج
۳۳۰	چند شکلی مولکولی و فنوتیپ‌های بیماری‌زایی قارچ زنگ قهوه‌ای گندم <i>Puccinia triticina</i> در کانادا
۳۳۲	نشانه‌گر مولکولی SCAR برای مقاومت به زنگ در لوبیا معمولی
۳۳۳	تجزیه داده‌های حاصل از نشانه‌های مولکولی
۳۳۶	منابع

پیوست‌ها

۳۴۳	جدا کردن مکانهای دی. ان. ایزوماورهای
۳۴۵	انتخاب دی. ان. ایزو توسعه نشانه‌گر
۳۵۳	الیگوهای بیوتینیل شده
۳۷۰	اصول تکنیک AFLP و کاربرد آن
۳۹۱	منابع

پیشگفتار

یک مکان ژنی نشانگر، در واقع جایگاه ژنی می‌باشد که دارای چند شکلی بوده و ژنوتیپ افرادی که این مکان ژنی را حمل می‌کنند را نشان می‌دهد. همچنین یک مکان ژنی نشانگر، ژنوتیپ یک یا چند مکان ژنی متصل به آن نشانگر را نشان می‌دهد. نشانگر ژنتیکی با اصطلاح مکان ژنی نشانگر¹ مترادف است. مکان ژنی نشانگر برای اهدافی نظیر ژنتیک جمعیت‌ها و همسانه‌سازی مکانی² بکار می‌رود. معمول‌ترین نشانگرهای ژنتیکی مورد استفاده، نشانگرهای مورفولوژیکی، نشانگرهای مولکولی (در سطح دی. ان. ا) و نشانگرهای بیوشیمیایی (پروتئین‌ها و ایزوآنزیم‌ها) می‌باشند. اصطلاح نشانگرهای بیوشیمیایی نشان دهنده مولکول‌هایی است که وجود آنها یک مرحله تمایز یا یک حالت فیزیولوژیکی را نشان می‌دهد. یک نشانگر ژنتیکی خوب نشانگری است که ویژگیهای زیر را داشته باشد:

- چند شکلی داشته باشد چون داشتن چند شکلی و تنوع اساس کار مطالعات ژنتیکدان‌ها را تشکیل می‌دهد.

- به صورت چند آلی باشد.

- هم بارز باشد بدین معنی که یک هیبرید هتروزیگوس بطور همزمان خصوصیات هر دو والد را نشان می‌دهد بطوری که در نتاج، هتروزیگوس‌ها می‌توانند از هموزیگوس‌ها قابل تشخیص باشند.

- اپیستازی نداشته باشد، به طوری که بتوان از روی فنوتیپ فرد به ژنوتیپ آن پی برد و ژنوتیپ مکان ژنی دیگر هرچه که باشد بر روی آن مکان اثر نداشته باشد. هم بارزی ناشی از عدم وجود رابطه متقابل در داخل یک مکان ژنی و اپیستازی ناشی از عدم وجود رابطه متقابل بین دو مکان ژنی می‌باشد.

- خنثی³ باشد یعنی جانشینی آلی در مکان ژنی نشانگر، اثر انتخابی یا فنوتیپی نداشته باشد. تقریباً می‌توان گفت که همه چند شکلی‌های مولکولی خنثی هستند.

1 -Marker locus

2- Positional cloning

3- Netural

- به شرایط محیطی حساس نباشد، یعنی بدون دخالت شرایط محیطی بتوان از روی فوتیپ، به ژنوتیپ فرد پی برد.

نشانگرهای مورفولوژیک تمامی این معیارها را ندارند. این نشانگرها اغلب بصورت غالب می‌باشند و خیلی کم حالت چند شکلی دارند. گذشته از این، آنها اغلب در صفات دیگر نیز دخیل‌اند و همچنین تحت تاثیر محیط نیز قرار می‌گیرند. با این وجود تعداد این نشانگرها در یکسری از گونه‌ها زیاد بوده (چند نشانگر مورفولوژیکی در برنج و ذرت) و تعدادی از آنها نیز می‌توانند در نتایج معینی بطور مشترک چند شکلی داشته باشند. بیشتر نشانگرهای مولکولی بیوشیمیایی همگی این معیارهای ذکر شده را دارند. محدودیت اصلی ایزوزایم‌ها در کم بودن تعداد آنهاست به عنوان مثال در جمعیت ذرت یا برنج به سختی می‌توان ۳۰ تا ۴۰ نشانگر ایزوزایمی را شناسایی کرد. از طرف دیگر همه آنزیم‌ها در تمامی بافتها وجود ندارند و یا در صورت وجود هم امکان دارد که فعال نباشند. پروتئین‌های چندشکلی که توسط الکتروفورز دو بعدی پروتئین شناسایی می‌شوند، فراوانی زیادی دارند ولی باز وجود این نشانگرها نیز به بافت اندامک مورد مطالعه بستگی دارد. برخلاف نشانگرهای بیوشیمیایی، نشانگرها در سطح دی. ان. ا. تقریباً نامحدود بوده و کاملاً از مرحله‌ی رشد اندامک و با نوع بافت مورد مطالعه مستقل‌اند، چون دی. ان. ا. در تمامی بافتهای یک موجود یکسان است. به علاوه از آنجا که این‌ها می‌توانند بطور مستقیم در مطالعات گسترده‌ای در بیولوژی مولکولی استفاده شوند، مفید می‌باشند.

فصل اول

منابع اصلی نشانگرهای مولکولی

معیارهای طبقه‌بندی نشانگرها

امروزه، روش‌های زیادی مبنی بر نشانگرهای مولکولی قابل دسترس‌اند و بطور مداوم، انواع جدیدی از این روش‌ها نیز منتشر شده است. در این فصل نه تنها اصول این تکنیک‌ها توضیح داده می‌شود، بلکه به دسته‌بندی این روش‌ها نیز پرداخته می‌شود. برای طبقه‌بندی این تکنیک‌ها چندین معیار وجود دارد که ما در اینجا بیشتر بر معیارهای مولکولی و ژنتیکی تأکید می‌شود تا معیارهای روشی یا تاریخچه‌ای. براساس معیار ژنتیکی می‌توان این روش‌ها را به دو گروه تقسیم بندی کرد. یکی نشانگرهایی که به صورت انفرادی و همبازر آشکار شده و دارای همه معیارهای یک نشانگر ژنتیکی که در بالا ذکر شد می‌باشند و دیگری نشانگرهایی که غالب بوده و الگوی باندی چندگانه دارند (شکل ۱). تفکیک نشانگرها براین اساس کاملاً ساده می‌باشد. برای مثال امکان دارد که یک نشانگر برای یک مکان اختصاصی باشد ولی در عین حال غالب هم باشد. با این وجود، می‌توان نشانگرها را بر اساس دو کاربرد اصلی‌شان طبقه‌بندی کرد.

براساس معیار مولکولی، نیز می‌توان نشانگرها را بر اساس چند شکلی بودن به دو دسته تقسیم کرد:

۱- چند شکلی در توالی (شامل جانشینی نوکلئوتیدی و حذف - اضافه)

۲- چندشکلی در تعداد توالی‌های تکراری پشت سر هم در نواحی تکراری

هیچ روشی یافت نشده است که بطور اختصاصی برای چند شکلی حذف - اضافه توسعه یافته باشد و قادر باشد جانشینی نوکلئوتیدی را آشکار کند. بنابراین ما از یک طرف تغییرات توالی‌ها

(تغییرات حذف - اضافه) و از طرف دیگر تغییرات در تعداد تکرارهای پشت سرهم را مورد توجه قرار خواهیم داد. با ترکیب معیارهای ژنتیکی و مولکولی، نشانگرها به چهار گروه تقسیم می‌شوند که در شکل ۱ بیان شده است.

نشانگرهای همباز انفرادی

چند شکلی توالی

چند شکلی می‌تواند بوسیله توالی یابی قطعات همولوگ نمایان شود. با وجود خودکار بودن این روش (توالی یابی قطعات)، باز به کارگیری این تکنیک مشکل می‌باشد. به خصوص زمانی که میزان خطای قابل قبول بسیار پایین باشد. وقتی که تعداد زیادی مکان ژنی مدنظر هستند، توالی یابی آلل‌ها روش مناسبی نمی‌باشد. بنابراین به جای این روش می‌توان از روشهای غیرمستقیم که جامع‌تر، سریعتر و ارزاتر می‌باشد، استفاده کرد. این روشها تفاوتهای زیر را آشکار می‌کنند:

- تفاوت در مکانهای ژنی

- تفاوت در شکل فضایی^۱

- تفاوت در پایداری^۲

- تفاوت در مکانهای دورگ گیری الیگونوکلوئیدها^۳

- تفاوت در طول قطعات

1- Conformation

2- Stability

3- Site hybridization of oligonucleotides