بخش پنجم

ژنتیک ، اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی

فصل اول

ژنتیک

هدف‌های رفتاری: انتظار می‌رود در پایان این فصل فراگیران بتوانند :
۱ــ مفاهیم اولیه و پایه در علم ژنتیک را درک نمایند ؛
۲ــ علت تغییر صفات یک موجود را توضیح دهند ؛
۳ــ چگونگی انتقال صفات از نسلی به نسل بعد را شرح دهند.

آیا می‌دانید؟

۱ــ چه آزمایش‌هایی منجر به کشف قوانین مندل گردید؟
۲ــ دلایل موفقیّت مندل چه بود؟
۳ــ نسبت‌های ژنوتیپی و فنوتیپی حاصل ازتلاقی یک فرد ناخالص با یک فرد ناخالص کدام است؟
۴ــ رابطه‌ی ژن و اَللِ چیست؟
۵ــ رابطه‌ی کروموزوم و ژن چگونه است؟

به نظر شما چه فرقی بین گندم پربازده با گندم کم‌بازده، سیب مرغوب و درشت با سیب معمولی و ریز، گوسفندان با ضریب پرواربندی بالا و گوسفندان با ضریب پرواربندی پایین و ... وجود دارد؟

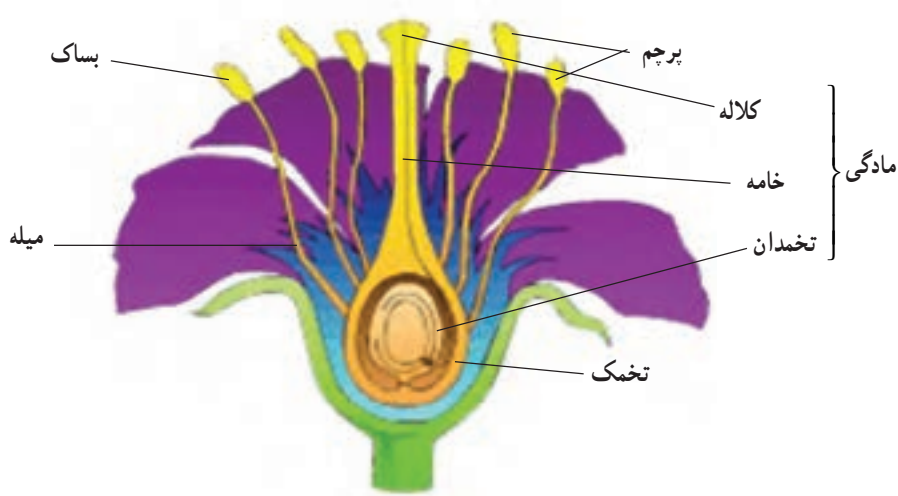
واقعیت این است که این تفاوت‌ها که ارزش اقتصادی مهمی نیز دارند ناشی از عوامل ژنتیکی و محیطی‌اند. عوامل ژنتیکی عواملی هستند که حامل اطلاعات زیستی‌اند و از نسلی به نسل دیگر در گونه انتقال می‌یابند.

گونه[1] عبارت است از افراد یک جمعیت که امکان آمیزش و تولید نتایج بارور را دارند.

۱ــ Species

اولین بار داروین با طرح نظریه‌ی منشأ گونه‌ها سعی کرد که نگاهی علمی به این تفاوت‌ها داشته باشد. البته او در زمان خود چندان موفق نبود و نظریه‌ی او حلقه‌های مفقوده‌ی زیادی داشت که شخصیت علمی او را سال‌ها حتی پس از مرگش تا این اواخر زیر سؤال می‌برد. در اواسط قرن نوزدهم گریگور مندل، کشیش اتریشی، طی طراحی آزمایش‌هایی خلّاق، با به‌کارگیری علوم آمار و احتمالات و مطالعه‌ی صفات در طول نسل‌ها (شجره) توانست اصول ژنتیک را کشف کند.

«مندل» از گیاه نخودفرنگی، که گیاهی خودگشن (گرده و مادگی یک گیاه به‌عنوان گامت با هم لقاح می‌یابند و سلول تخم را به‌عنوان اولین سلول جنینی به وجود می‌آورند) و از نظر ژنتیکی خالص است، در آزمایش‌های خود استفاده کرد. باید دانست که در مقابل گیاهان خودگشن، گیاهان دگرگشن وجود دارند که از لقاح گرده و مادگی دو گیاه، نسل بعد را که از نظر ژنتیکی ناخالص (تنوع ژنتیکی) است به وجود می‌آورند (شکل ۱ــ۵).



شکل ۱ــ۵ــ قسمت‌های مختلف یک گل دو جنسه،گیاهان خودگشن مادگی و پرچم را با هم در یک گل دارند.

«مندل» فرض کرد عواملی ژنتیکی در شکل‌گیری صفات مؤثرند. او این عوامل را فاکتور نامید و بعدها به «ژن» معروف شد. مندل هفت صفت متقابل را در نخودفرنگی انتخاب نمود. این صفات متقابل بودند، یعنی دو شکل داشتند (برای مثال در مقابل رنگ سفیدیِ گل، رنگ ارغوانی هم وجود داشت که هریک صورتی از صفت رنگ گل در نخودفرنگی‌اند که مندل در نسل دوم نسبت ۷۰۵ :۲۲۴ برابر با ۱ :۳/۱۵ را در نتایج به‌دست آورد).

مندل در آزمایش خود والدین را برحسب یک صفت متقابل انتخاب نمود. به این ترتیب که بوته‌هایی را که از نظر صفت مورد نظر متفاوت بودند انتخاب کرد، آن‌گاه یکی از بوته‌ها را با حذف پرچم به‌عنوان والد مادری اخته نمود و برای تلقیح آن از گرده‌ی بوته‌ی دیگر دارای صفت متقابلِ مورد هدف بررسی، به‌عنوان والد پدری، جهت گرده‌افشانی مصنوعی استفاده کرد. افراد نسل اول حاصل از تلاقی گیاهان شبیه هم و همه شبیه تنها یکی از والدین بودند. از خودلقاحی افراد نسل اول، افراد حاصل در نسل دوم با نسبت ۳ :۱ به والدین اولیه شباهت داشتند. به عبارت دیگر ۷۵ درصد افراد در نسل دوم شبیه والدی که همه‌ی افراد نسل اول به او شباهت داشتند، بودند و ۲۵ درصد مابقی شبیه به والدی که در نسل اول مشابهی نداشت، بودند (شکل ۲ــ۵). برای مثال اگر رنگ ارغوانی گلبرگ‌های گل به‌عنوان صفت غالب در مقابل رنگ سفید در نخودفرنگی در نظر گرفته شود، در نسل اول تمامی افراد گل ارغوانی خواهند داشت و در نسل دوم طی خودگشنی افراد نسل اول ۷۵ درصد افراد دارای صفت غالب (رنگ گلبرگ ارغوانی) و ۲۵ درصد آن‌ها دارای صفت مغلوب (رنگ گلبرگ سفید) خواهند بود.

در توجیه این‌که چرا چنین نسبت‌هایی در نسل اول و دوم از والدین خالص با صفات متقابل حاصل شد، مندل برای هر فاکتور عامل صفت مورد مطالعه در هر فرد دو الل[۱] (صورت یک صفت) در نظر گرفت و چنین فرض نمود که در تشکیل نسل بعدی تنها یکی از این دو الل دخالت خواهند داشت. او فرض نمود که قبل از تشکیل نسل بعد، الل‌های یک فرد از هم جدا می‌شوند و هر گامت تنها دارای یک الل است (هاپلوئید). در طی عمل لقاح، دو الل با هم ترکیب می‌شوند (تشکیل دوباره‌ی موجود دیپلوئید). او افرادی را که دارای الل‌های مشابه (هموزیگوت[۲]) بودند خالص و افرادی را که دارای الل‌های غیرمشابه بودند ناخالص (هتروزیگوت[۳]) نامید. پس افراد نسل اول به این ترتیب ناخالص‌اند، زیرا از ترکیب گامت‌های دو فرد که هریک خالص و دارای صفت متقابل بودند حاصل آمده‌اند.

اما چرا همه‌ی افراد نسل اول فقط شبیه یکی از والدین‌اند و تنها یک الل در تعیین نوع صفت مؤثر بود و شکل صفت را بارز می‌نمود؟ در پاسخ به این مسئله او چنین فرض کرد که اللی که اثر آن در نسل اول بارز شده، نسبت به اللی که اثر آن بارز نشده غالب است و اثر پوشانندگی دارد. در مقابل، الل دیگر که اثر آن درحالت ناخالص پوشانده شده بود الل مغلوب نام گرفت. او برای نشان دادن یک صفت با الل غالب از حرف بزرگ (برای مثال A) و برای الل مغلوب از حرف کوچک (a) استفاده نمود.

۱ــ allele ۲ــ homozygous ۳ــ heterozygous

به این ترتیب برای فرمول ژنتیکی یک صفت متقابل خواهیم داشت :

برای فرد خالص غالب : AA

برای فرد خالص مغلوب : aa

برای فرد ناخالص غالب : Aa

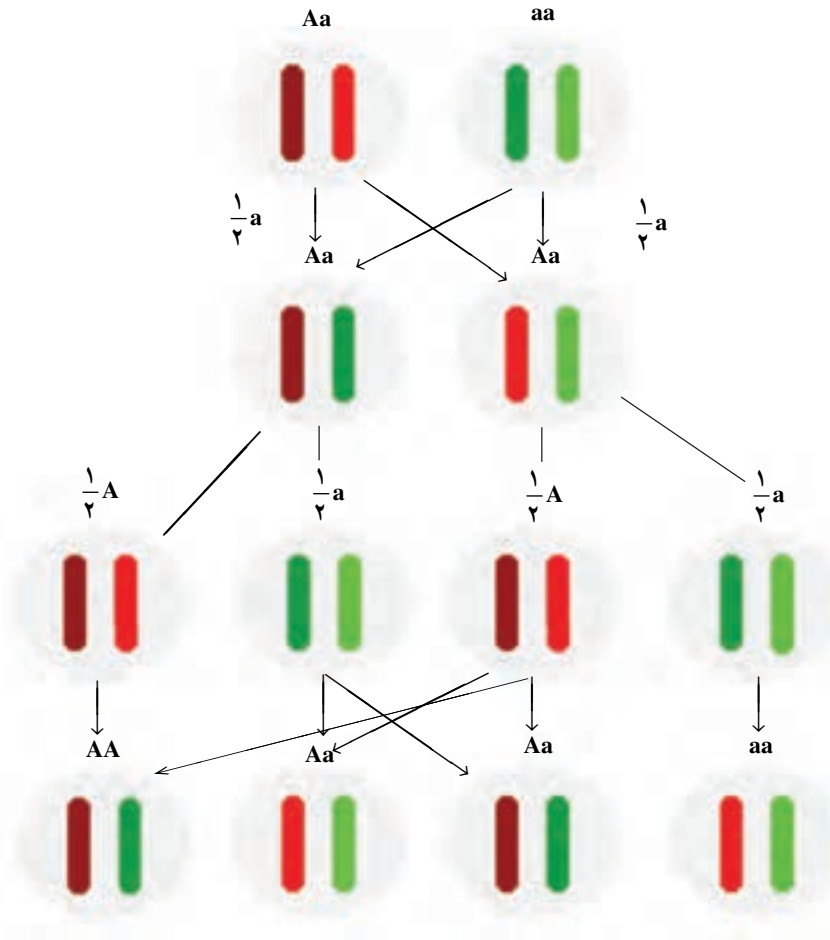
در نسل دوم طی خودلقاحی افراد ناخالص و ترکیب تصادفی الل‌ها با هم، نسبت ۳ :۱ غالب به مغلوب مشاهده شد. افراد ناخالص دارای یک الل غالب ($\frac{۲}{۴}$) و نیز افراد خالص دارای الل‌های غالب ($\frac{۱}{۴}$) شکل غالب صفت را نشان دادند : $\frac{۳}{۴} = \frac{۱}{۴} + \frac{۲}{۴}$ و تنها افراد خالص مغلوب ($\frac{۱}{۴}$) شکل مغلوب صفت را نشان دادند. اصل اول مندل (جدا شدن الل‌ها) از طریق طراحی این آزمایش‌ها حاصل آمد. مندل شکل دو اللی صفت را که فرمول ژنتیکی صفت است ژنوتیپ[۱] و شکل ظاهری صفت را که حاصل از تقابل اثر الل‌های مؤثر در صفت‌اند فنوتیپ[۲] نامید.

تشخیص افراد ناخالص (Aa) از خالص (AA) ژنوتیپ غالب، طی بررسی نتاج حاصل از خودلقاحی[۳] و یا ترکیب آزمایشی[۴] یا آمیزش آزمون (تلاقی با ژنوتیپ مغلوب) امکان‌پذیر خواهد بود. به این ترتیب که در خودلقاحی، درصورتی‌که فرد مورد آزمون ناخالص باشد، فنوتیپ نتاج ۳ :۱ خواهد بود و اگر ژنوتیپ فرد خالص باشد ژنوتیپ تمامی نتاج خالص و مطابق با والد است.

این روش آزمون البته در گیاهان امکان‌پذیر است. در ترکیب آزمایشی فرد مورد آزمون با فرد با ژنوتیپ مغلوب کراس[۵] (تلاقی) داده می‌شود. درصورتی‌که فنوتیپ نتاج نیمی غالب و نیمی مغلوب بود فرد مورد آزمون ناخالص است و اگر فنوتیپ نتاج تنها از نوع غالب بود، ژنوتیپ فرد خالص است.

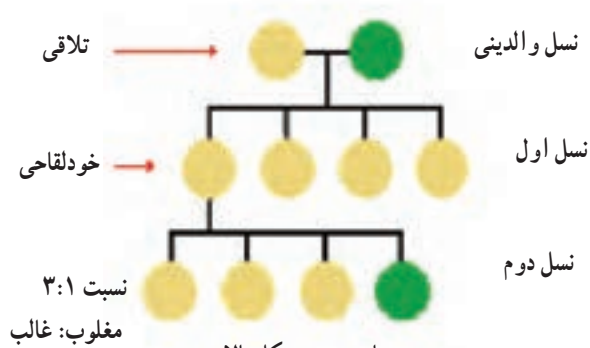
۱ــ genotype ۲ــ phenotype ۳ــ selfing

۴ــ test cross ۵ــ cross



نسبت اللها، هریک از اللها وارد یک گامت می‌شوند. هر فرد دارای دو الل (دیپلوئید) است که در صورت هتروزیگوتی (Aa)، هر یک از اللها به نسبت $\frac{۱}{۲}$ در نسل بعد احتمال اشتراک دارند.

	۱/۴	۱/۴	۱/۴
نسبت ژنوتیپی در نسل دوم	۱/۴	۲/۴	۱/۴
نسبت فنوتیپی در نسل دوم	۳/۴		۱/۴



ساده‌شده‌ی شکل بالا

شکل ۲ــ۵

در آزمایشی دیگر «مندل» دو صفت متقابل (دی‌هیبرید) را همزمان مطالعه نمود (شکل ۳ــ۵).

از حاصل‌ضرب نسبت‌های الل‌های دو صفت، نسبت افراد در نسل بعد مشخص می‌شود.

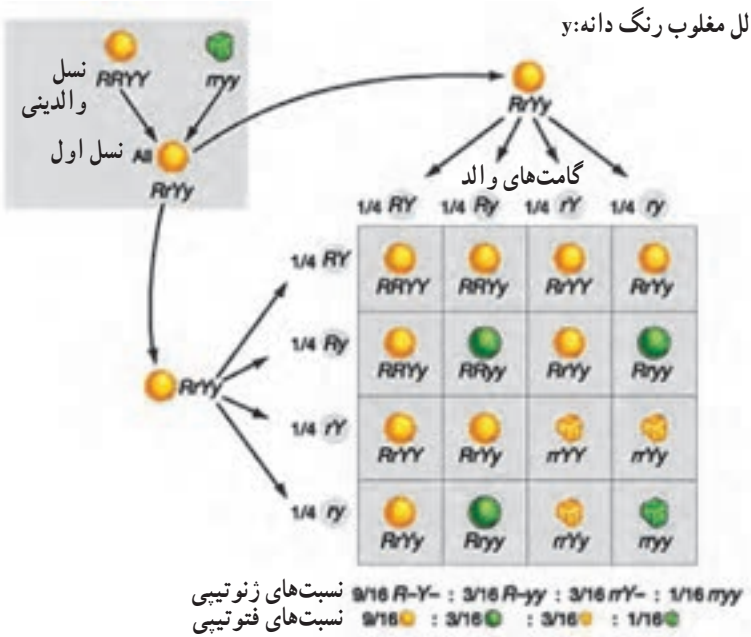
برای راحت‌شدن این محاسبه از جدول ۱ــ۵ (جدول پانت) استفاده می‌شود.

(گردی) الل غالب شکل دانه: R

(چروکیده) الل مغلوب شکل دانه: r

(زردی) الل غالب رنگ دانه: Y

(سبزی) الل مغلوب رنگ دانه:y



شکل ۳ــ۵

جدول ۱ــ۵

-	الل‌های پدری (ژنوتیپ در هر دو صفت ناخالص است)			
الل‌های مادری	RY	Ry	rY	ry
RY	RRYY ○	RRYy ○	RrYY ○	RrYy ○
Ry	RRYy ○	RRyy ○	RrYy ○	Rryy ○
rY	RrYY ○	RrYy ○	rrYY	rrYy
ry	RrYr ○	Rryy ○	rrYy	rryy

از مجموع نسبت‌های حاصل داریم :

۱ ..... RRYY
۲ ..... RRYy
۲ ..... RrYY
۴ ..... RrYy
۱ ..... Rryy
۲ ..... Rryy
۱ ..... rrYY
۲ ..... rrYy
۱ ..... rryy

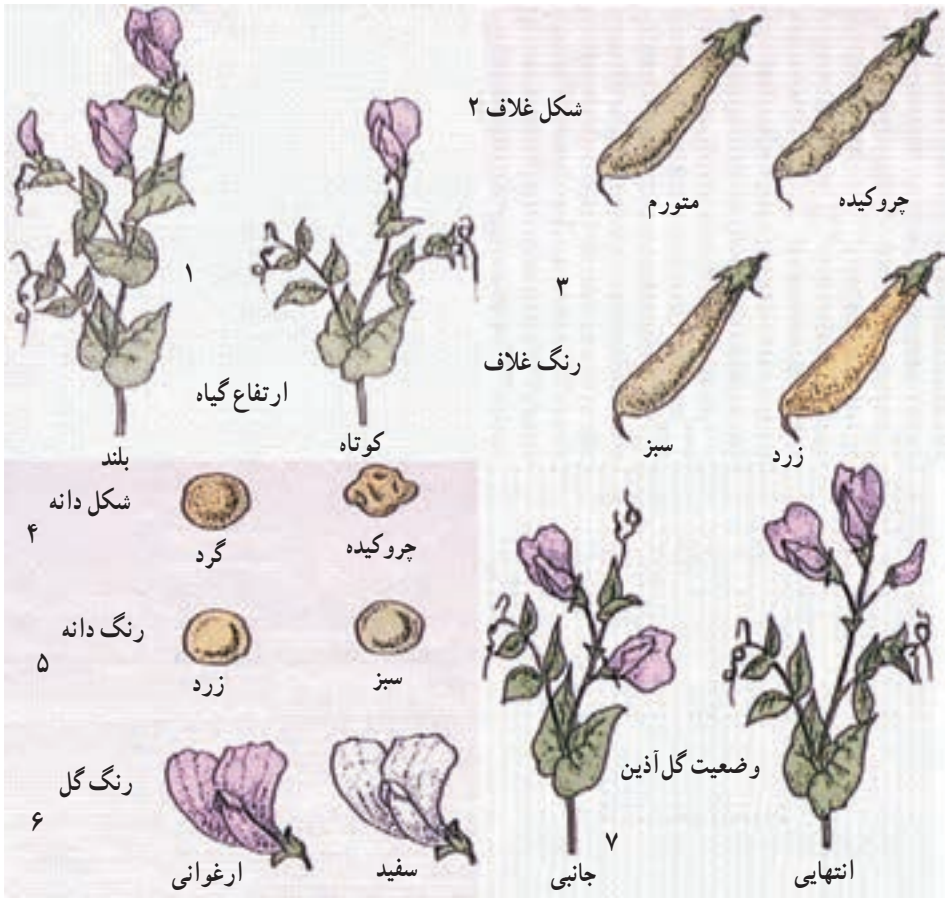
۹ گرد و زرد
۳ گرد و سبز
۳ چروکیده و زرد
۱ چروکیده و سبز

به این ترتیب با فرض جورشدن مستقل ژن‌ها (اصل دوم مندل) نسبت افراد نسل بعد ۹:۳:۳:۱ از حاصل‌ضرب (۳:۱)×(۳:۱) به‌دست می‌آید. مربع پانت یک صفت را رسم کنید.

صفاتی که مندل در گیاه نخودفرنگی (Pisum sativum) مورد بررسی قرار داد عبارت‌اند از :

۱ــ ارتفاع ساقه (کوتاهی در مقابل بلندی)
۲ــ شکل غلاف (چروکیده در مقابل صاف)
۳ــ رنگ غلاف (زرد در مقابل سبز)
۴ــ شکل دانه (چروکیده در مقابل کروی)
۵ــ رنگ دانه (سبز در مقابل زرد)
۶ــ رنگ گل (سفید در مقابل ارغوانی)
۷ــ وضعیت قرارگیری گل نسبت به ساقه (جانبی در مقابل انتهایی)

در صفت رنگ دانه سبز یا زرد کدام اَللِ غالب است که در نسل اول بارز می‌شود؟



شکل ۴ــ۵ــ صفت مورد مطالعه‌ی مندل در نخودفرنگی

مندل در سال ۱۸۶۶ نتایج خود را منتشر نمود. اما تا چندین سال پس از مرگش هم‌چنان اهمیت کار او ناشناخته باقی ماند تا این که در سال ۱۹۰۰ سه دانشمند به‌طور جداگانه این قوانین را کشف نمودند. با کشف دوباره‌ی اصول ژنتیک، این اصول به احترام مندل اصول مندلی نام گرفت و او به‌عنوان بنیان‌گذار علم ژنتیک شناخته شد.

شکل ۵ــ۵ــ گریگور مندل (۸۴ــ۱۸۲۲)

اصول مندلی عبارت‌اند از :

۱ــ در هنگام تشکیل گامت الل‌های یک ژن از هم جدا و هریک وارد یک گامت می‌شوند (اصل جدایی الل‌ها).

۲ــ الل‌های صفات مختلف به‌طور مستقل از هم در داخل گامت‌ها جای می‌گیرند (اصل جورشدن مستقل ژن‌ها).

با گذشت زمان هرگز خللی به اصول مندلی وارد نشد و این اصول هم‌چنان پذیرفته شده است و در کلیه‌ی شاخه‌های ژنتیک از مولکولی گرفته تا جمعیت ساری است. در مورد صفاتی که در جمعیت چند الل مختلف دارند و هم چنین صفاتی که توسط نه فقط یک مکان ژنی (که در هر فرد دیپلوئید دو الل دارد) و صفات کیفی نامیده می‌شوند، بلکه صفاتی که تحت تأثیر چندین مکان ژنی کنترل می‌شود و اثر عوامل محیطی در آن‌ها خیلی زیاد است (صفات کمّی) نیز صادق است. البته در برخی موارد انحراف از نسبت‌های مندلی وجود دارد که مکانیسم آن‌ها مشخص شده است ولی شرح آن‌ها در این مختصر نمی‌گنجد. از شاخه‌های مهم علم ژنتیک می‌توان به ژنتیک مندلی (کلاسیک)، ژنتیک مولکولی و ژنتیک جمعیت اشاره نمود.

کروموزوم

ژن‌ها عوامل ژنتیکی ایجادکننده‌ی صفات‌اند و در واقع واحدهای مادی‌ای هستند که بر روی کروموزوم‌ها قرار گرفته‌اند. ژن‌ها در تعامل با محیط موجود زنده، فنوتیپ آن موجود را به‌وجود می‌آورند.

در سال ۱۹۵۳ فرانسیس کریک و واتسون موفق به ارائه‌ی الگویی از ساختمان کروموزوم شدند که با یافته‌های کشف‌شده تا آن زمان و بعد از آن مطابقت دارد.

کروموزوم‌ها از DNA ، (دزوکسی ریبونوکلئیک اسید) همراه با پروتئین‌های ویژه تشکیل شده‌اند. مولکول DNA شبیه یک نردبان طنابی بسیار بلند مارپیچی است که پروتئین‌ها در طول مارپیچ آن‌را در برگرفته‌اند. هر پله‌ی این نردبان از یک جفت باز تشکیل می‌شود (باز نوعی ماده‌ی شیمیایی دارای عامل OH است). این بازها آدنین (A)، تیمین (T)، سیتوزین (C) و گوانین (G) نام دارند. A همیشه با T و C همیشه با G جفت می‌شود. این جفت بازها دو رشته مارپیچ دوتایی را به هم متصل می‌کنند. بخش‌های مختلف این نردبان، شاید با چندین هزار جفت باز، هر ژن را تشکیل می‌دهند. تفاوت الل‌های یک ژن در ترتیب قرارگیری بازهای چهارگانه به‌وجود می‌آید. چون ژن‌ها

واحد وراثت‌اند، آرایش ژنتیکی یک موجود زنده (ترکیب ژن‌های آن که ژنوم نامیده می‌شود)، تعیین‌کننده‌ی مشخصات آن، مانند رنگ چشم‌های یک جانور یا بوی گل یک گیاه، است.

شکل ۶ــ۵

مولکول DNA شبیه یک نردبان طنابی بسیار بلند مارپیچی است. هر «پله»ی این نردبان از یک جفت باز تشکیل می‌شود. A همیشه با T و C همیشه با G در مقابل هم قرار می‌گیرند.

فصل دوم

اصلاح نباتات

هدف‌های رفتاری: انتظار می‌رود، در پایان این فصل فراگیران بتوانند :

۱ــ علم اصلاح نباتات را توضیح دهند ؛

۲ــ تاریخچه علم اصلاح نباتات را توضیح دهند ؛

۳ــ هدف‌های علم اصلاح نباتات را شرح دهند ؛

۴ــ به مفهوم موتاسیون (جهش) پی ببرد ؛

۵ــ روش‌های دورگ‌گیری (هیبریداسیون) را شرح دهند.

از آن زمان که آدمی برای تهیه‌ی غذای خود به کشاورزی و دامداری رو آورد و گیاهان و جانورانِ دارای خصوصیات مناسب‌تر را برای پرورش انتخاب کرد، آن‌ها را با هم تلاقی داد و خصوصیات مناسب را در نتاج، بیش‌تر کرد، اصلاح نباتات نیز آغاز شد. گیاهان و دام‌های اهلیِ امروزِ مورد استفاده در طی هزاران سال عملیات اصلاحی (کنترل تلاقی، تلاقی برگشتی و گزینش) حاصل آمده است. از این‌رو می‌توان اصلاح نباتات را علم تکامل مصنوعی و در عین حال سریع (نسبت به روند تکامل طبیعی) نامید.

تکامل طی اعصار در نسل‌های متمادی طی انتخاب طبیعی حاصل می‌شود و به‌تدریج بر تعداد افراد حائز صفات برتر، سازگارتر و مقاوم‌تر در هر نسل افزوده می‌گردد و سهم بیش‌تری در بقای نسلِ گونه خواهد داشت. از سوی دیگر اصلاح نباتات را می‌توان به‌طور کلی دانش، مهارت و هنر تغییر ساختار ژنتیکی گیاهان، برای افزایش ارزش اقتصادی آنان به نفع بشر، دانست. به‌طور کلی عمده‌ترین اهداف اصلاح نباتات را می‌توان در عناوین زیر خلاصه کرد.

۱ــ بهبود کیفیت: کیفیت در محصولات مختلف به صفات متفاوتی اطلاق می‌شود. کیفیت در جایی ممکن است به ارزش غذایی یک غله، در جای دیگر به خوش خوراکی و میزان بالای پروتئین در

نباتات علوفه‌ای، دوام زیاد گل، طعم و بافت مناسب یک میوه و یا قابلیت انبارداری محصول تلقی شود.

۲ــ افزایش تولید در واحد سطح: افزایش تولید در واحد سطح با استفاده از ژنوتیپ‌های مفید و مطلوب مناسب هر منطقه‌ی آب و هوایی، از دیگر اهداف اصلاح‌گران نباتات است. عملکرد گیاه صفتی کمّی و پیچیده است که تحت تأثیر ژنوتیپ و محیط است.

۳ــ مقاومت به آفات و بیماری: برای دست‌یابی به حداکثر تولید، مقاوم بودن به آفات و بیماری‌ها ضروری است. علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها و هم‌چنین مقاومت به تنش‌های محیطی مانند سرما و شوری در بهبود کیفیت و کمیت بسیار مهم است. اصلاح‌گران همواره سعی بر شناسایی گیاهانی مقاوم به تنش‌ها را دارند تا در طی برنامه‌های اصلاحی ژن‌های تولید مقاومت را بتوانند به ارقام زراعی پربازده منتقل نمایند.

در اوایل، بشر به خصوصیات و صفات ظاهری و کیفی توجه می‌کرد تا این‌که با پیشرفت علم ژنتیک، نوبت توجه او به صفات کمّی هم رسید. صفات کیفی صفاتی‌اند که به‌وسیله‌ی یک یا دو مکان‌های ژنی کنترل می‌شوند و اثر عوامل محیطی درآن‌ها تأثیرگذار نیست. اما در صفات کمّی مکان‌های دخیل در ایجاد صفت زیاد است و امکان دارد اثرات آن‌ها متفاوت از هم باشد. به‌علاوه در صفات کمّی عوامل محیطی تأثیرگذارند. اغلب صفات اقتصادی کمّی هستند. به این ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که وراثت‌پذیری صفات کیفی بیش‌تر از صفات کمّی است، زیرا آن‌ها کم‌تر تحت‌تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرند.

روش‌های اصلاحی براساس وجود تنوع ژنتیکی در بین افراد یک گونه و گزینش ژنوتیپ برتر برای ایجاد نسل بعدی در طی عملیات اصلاحی قابل اجرایند. معمولاً تنوع جغرافیایی منجر به ایجاد تنوع ژنتیکی می‌شود. گونه‌های با منشأ منطقه‌ای متفاوت، از نظر ژنتیکی دارای تنوع و تفاوت ژنتیکی کم و بیش هستند. براساس نوع تولیدمثل (غیرجنسی و یا جنسی) میزان تنوع مورد انتظار متفاوت است. در تولیدمثل غیرجنسی نتاج از طریق تکثیر اندام‌های رویشی مانند ریشه (سیب‌زمینی شیرین)، غده (سیب‌زمینی)، ریزوم (رازک)، پیاز (پیاز)، ساقه رونده (توت‌فرنگی) و پنجه (رز) حاصل می‌آیند. مجموعه افرادی را که از تولیدمثل غیرجنسی یک فرد حاصل شده‌اند کلون[1] می‌نامند. کلیه‌ی افراد یک کلون به هم شبیه‌اند.

۱ــ clone

تولیدمثل جنسی از لقاح گامت‌های نر و ماده حاصل می‌شود. در گیاهان دوجنسه معمولاً گامت نر و ماده (گرده و مادگی) حاصل از یک گل، لقاح می‌یابند (اتوگامی). از سوی دیگر در گیاهان تک‌جنسه گامت نر و ماده (گرده و مادگی) حاصل از گل‌های پایه‌های مختلف با هم لقاح می‌یابند (آلوگامی). تنوع ژنتیکی در گیاهان با تولیدمثل از نوع آلوگامی بسیار بیش‌تر است. گندم، جو و توتون از گیاهان اتوگام و ذرت، یونجه و گردو از گیاهان آلوگام‌اند. در طبیعت گیاهان با درجاتی از اتوگامی و آلوگامی برحسب شکل گل آذین، زمان شکفتن گل، وزن گرده و... اتوآلوگام و یا آلواتوگام‌اند. اگر تنوع ژنتیکی وجود نداشته باشد باید آن را ایجاد کرد. از روش‌های متداول ایجاد تنوع جهش ژنتیکی[1] و دورگ‌گیری[2] است.

جهش ژنتیکی

جهش یا موتاسیون به بروز تغییرات ژنتیکی اطلاق می‌گردد. جهش تحت‌تأثیر عوامل فیزیکی (مانند اشعه‌ی ماوراءبنفش، ایکس و گاما) و یا ترکیبات شیمیایی جهش‌زا به‌وجود می‌آید و برحسب قابلیت جهش‌زایی ماده جهش‌زا بزرگی و تأثیر آن بر موتانت (موجود جهش یافته) متفاوت است و به یکی از حالات جهش در سطح ژن، جهش در سطح قطعاتی از یک کروموزوم و یا جهش در سطح کروموزوم‌ها و حتی ژنوم منجر می‌گردد.

به‌طورکلی جهش مضر و کشنده است، اما در مواردی نادر جهش‌ها سبب بروز صفتی نو در موتانت می‌شوند. در طول اعصار جهش‌های قابل تحمل و کوچک (که بیش‌تر در سطح یک ژن تغییر ایجاد می‌کند)، تنوع مورد نیاز تکامل را در گونه‌ها فراهم آورده‌اند. از سوی دیگر افزایش سری کروموزومی ژنوم (پلی‌پلوئیدی[3]) نیز در گیاهان یکی از روش‌های تکامل است. اکثر گیاهان پلی‌پلوئید طبیعی که تعداد آن‌ها کم نیست از جمله گندم (هگزاپلوئید دارای ۶ سری کروموزومی) و یا سیب‌زمینی (تتراپلوئید دارای ۴ سری کروکوزومی) نسبت به ارقام دیپلوئید (۲ سری کروموزومی) از عملکرد بالاتری برخوردارند و اقتصادی هستند. یکی از روش‌های ایجاد موتانت‌ها استفاده از پرتوهای جهش‌زا، حاصل از انرژی اتمی است که از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است، زیرا امکان کنترل میزان اشعه وجود دارد و به این ترتیب تولید موتانت‌های احتمالاً مفید، نسبت به تیمارهای شیمیایی امکان‌پذیرتر است.

۱ــ mutation ۲ــ hybridation ۳ــ polyploidy

دورگ‌گیری

تولید هیبرید (دورگ) از گیاهان خالص، سبب تولید افراد ناخالص در نسل اول می‌شود. این ناخالصی به بروز تنوع در طی نسل‌های درحال تفکیک بعدی منجر خواهد شد. هدف از دورگ‌گیری، تلاقی دو والد دارای صفات برتر جهت انتخاب یک یا چند تن از نتاج دارای صفات تجمع‌یافته‌ی برتر والدینی است. اگر هیبریدها رشد کنند و بنیه‌ی بیش‌تر و درنتیجه عملکرد بالاتری نسبت به والدین داشته باشند تحت‌عنوان هتروزیس[1] و یا هیبرید ویگور قلمداد می‌شوند.

شکل ۷ــ۵ــ کنترل گرده‌افشانی و تلاقی در گیاه ذرت (یک گیاه دگرگشن) در یک طرح آزمایشی اصلاحی

۱ــ Heterozis

فصل سوم

بیوتکنولوژی

هدف‌های رفتاری: انتظار می‌رود در پایان این فصل فراگیران بتوانند :
۱ــ مفهوم بیوتکنولوژی را درک نمایند ؛
۲ــ تاریخچه علم بیوتکنولوژی را توضیح دهند ؛
۳ــ اهمیت بیوتکنولوژی را در کشاورزی شرح دهند ؛
۴ــ نمونه‌هایی از کاربرد علم بیوتکنولوژی در کشاورزی را بیان نمایند ؛

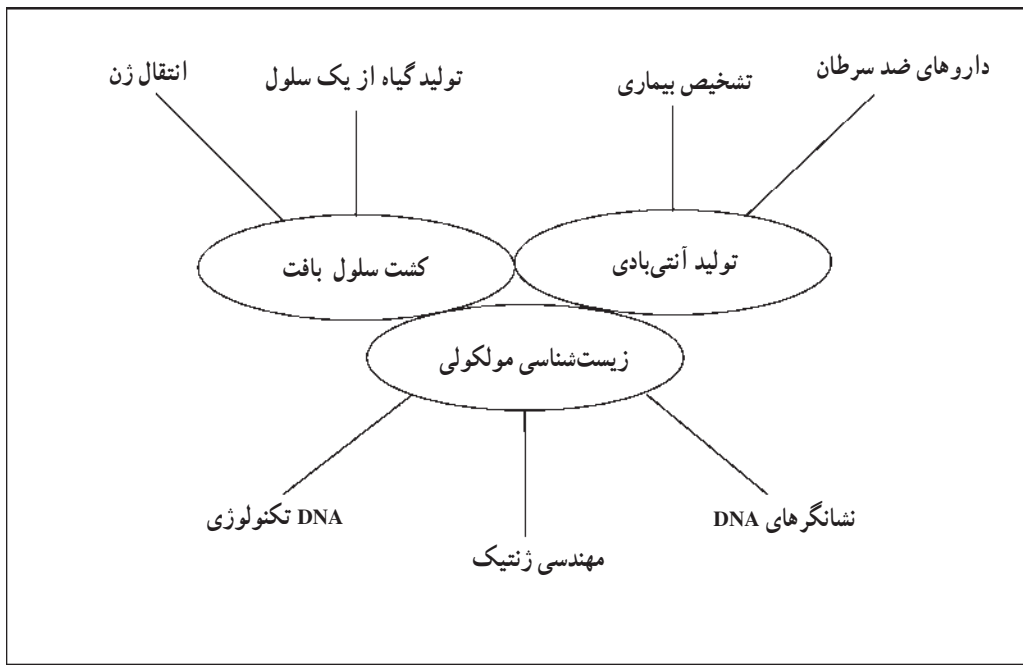
بیوتکنولوژی[۱]، برخلاف آن‌که تصور می‌شود، یک علم جدید نیست. بیوتکنولوژی عبارت از به‌کارگیری موجودات زنده و محصولات آن‌ها در جهت کسب سود بیش‌تر انسان‌هاست. استفاده از مخمّرها و باکتری‌های هوازی به‌صورت تجربی در عمل‌آوری خمیر نان (تهیه‌ی نان ترد و اسفنجی به‌جای نانی سفت و ضخیم)، تهیه‌ی ماست و پنیر (ایجاد تنوع غذایی و امکان نگهداری در مدت طولانی نسبت به شیر)، تولید الکل (به‌عنوان ضدعفونی‌کننده ارتقای طول عمر و سلامت) و تولید آنتی‌بیوتیک‌ها، آنزیم‌ها و مواد آلی هریک مظهری از بیوتکنولوژی در زمان خود بوده‌اند که بی‌شک در ارتقای سطح زندگی و پیشرفت جوامع انسانی نقش مؤثر داشته‌اند.

از آن‌جا که روش‌های کلاسیک اصلاحی که براساس فرایند تلاقی، تلاقی برگشتی و گزینش است، وقت‌گیر و گران‌اند، در سال‌های اخیر کشاورزی کاربردهای بیوتکنولوژی بسیار اثرگذار بوده است. یکی از زمینه‌های فناوری زیستی در کشاورزی تولید گیاهان تراریخته است که شامل انتقال، ادغام و بیان ژن‌های معین بیگانه (DNA نوترکیب) بدون انتقال ژن‌های ناخواسته، که به احتمال زیاد انتقال آن‌ها به ریخته ارثی گیاه پذیرنده مفید نیست می‌باشد که در طی روش‌های اصلاحی کلاسیک اجتناب‌ناپذیر است. به این ترتیب گیاهان تراریخته حامل ژن‌های افزاینده‌ی خواص کمی و کیفی

۱ــ Biotechnology

محصولات تولید می‌گردند.

علوم مختلف از جمله زیست‌شناسی، بیوشیمی و مهندسی ژنتیک در بیوتکنولوژی، با به‌کارگیری روش‌های کشت‌بافت، مهندسی ژنتیک هم‌چنان عامل تحولاتی عظیم است. امروزه برای عرصه‌های مختلف بیوتکنولوژی حد و مرز تعریف شده است و به سه حوزه‌ی اصلی بیوتکنولوژی سبز (کشاورزی)، قرمز (پزشکی) و سفید (صنعتی) تفکیک شده است. البته باید درنظر داشت که این عرصه‌ها به‌طور کامل از هم جدا نیستند ؛ به‌عنوان مثال گیاهان دارویی در هر سه عرصه مورد توجه است. شکل زیر بیان‌کننده‌ی ارتباط زمینه‌های مورد مطالعه‌ی امروزی بیوتکنولوژی و کاربردهای آن است.



شکل ۸ ــ ۵ــ ارتباط زمینه‌های بیوتکنولوژی امروز و کاربردهای آن‌ها

کشت بافت

از منظر تئوری، فناوری کشت بافت قادر است با به‌کارگیری محیط‌های مغذی مصنوعی ویژه، که معمولاً شامل نمک‌های معدنی، قند به‌عنوان تأمین‌کننده‌ی کربن، ویتامین‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشدند، تحت شرایط کنترل شده (دما، نور و رطوبت و استریل) تکثیر انواع سلول‌ها و بافت‌های زنده

را محقق نماید. اما در عمل محیط و شرایط مورد نیاز کشتِ بافتِ هر بافت با بافتِ دیگر متفاوت است و این محیط‌ها بسیار اختصاصی هستند.

از سوی دیگر برخی از بافت‌ها و سلول‌ها به درجه‌ای از تمایز رسیده‌اند که امکان تکثیر آن‌ها وجود ندارد، زیرا برای تکثیر سلول و بافت تمایزیافته ابتدا قابلیت خروج از حالت تمایزیافته و تبدیل به سلول‌هایی تمایزنیافته و تمایز مجدد را دارند.

مرحله‌ی تمایززدایی مرحله‌ی تشکیل بافتی تمایزنیافته با عنوان کالوس[1] است. امکان تولید کالوس در بسیاری از سلول‌ها و بافت‌ها به‌خصوص سلول‌های جانوری که تمایزیافته‌ترند از بازده بسیار کمی برخوردار است. در گیاهان علاوه بر این‌که سلول‌های مریستمیک گیاهی قادر به تبدیل به یک گیاه کامل‌اند، پتی پوتنسی[2] (قابلیت تبدیل یک سلول به یک گیاه کامل) محتمل‌تر است.

به عبارت دیگر یک سلول مستعد گیاهی (هم‌چون جنین نارس و یا جوانه‌ی انتهایی) در شرایط ویژه‌ی کشت بافت می‌تواند به کالوس تبدیل شده سپس به یک گیاه کامل تبدیل شود که این بسیار اقتصادی است، زیرا مدت زمان تبدیل تولید یک گیاه از طریق کشت بافت گیاهی بسیار کوتاه‌تر از روند موجود در طبیعت است. برای مثال تولید، تکثیر و ازدیاد نهال گردو در کشت بافت، در طی حدود یک سال امکان‌پذیر است، درحالی که تولید آن از طریق طبیعی با کشت بذر گردو چندین سال طول می‌کشد. از این‌رو کشت بافت در تولید انبوه محصولات یکنواخت در کوتاه‌مدت، که از اهداف عمده‌ی تولید محصولات کشاورزی به‌خصوص محصولات باغی و چند ساله بوده و توجیه فنی و اقتصادی دارد، بسیار کارآمد است.

۱ــ callus ۲ــ potipotency

خودآزمایی

۱ــ گونه را تعریف کنید.

۲ــ سلول تخم حاصل چیست؟

۳ــ قسمت‌های مختلف مادگی کدام است؟

۴ــ از خودلقاحی افراد نسل اول نسبت افراد در نسل دوم چگونه است. با رسم شکل نشان دهید.

۵ــ دو الل در چه مرحله‌ای با هم جفت می‌شوند؟

۶ــ به افرادی که دارای آلل‌های غیرمتشابه اند، چه گفته می‌شوند؟

۷ــ از تلاقی گامت نر با ژنوتیپ Ab با گامت ماده با ژنوتیپ ab که در آن A نمایانگر رنگ سفید و a نمایانگر رنگ سیاه دانه و B نمایانگر صاف b نمایانگر چروکیدگی دانه است چه نتایجی در f_2 حاصل می‌شود.

۸ــ عوامل که صفات را تشکیل می‌دهند، چه نامیده می‌شوند؟

۹ــ جهش یا موتاسیون چیست و چه عوامی باعث ایجاد آن می‌شود؟

۱۰ــ تولید بذور دو رگ یا هیبرید در گیاهان چگونه صورت می‌گیرد؟

۱۱ــ بیوتکنولوژی به چه مفهومی می‌باشد.

۱۲ــ حداقل ۲ نمونه از کاربرد بیوتکنولوژی را ذکر کنید.

منابع مورد استفاده

اهدایی، بهمن، اصلاح نبات، مرکز انتشارات و چاپ دانشگاه شهید چمران، ۱۳۶۵
اصلانی، محمدمهدی و اصلانی، حمیدرضا، ژنتیک در پزشکی، انتشارات دانش پژوه
بنایی، تقی، منشأ و مرفولوژی نخود، مؤسسه‌ی تحقیقات و اصلاح بذر و نهال، ۱۳۶۸
خواجه‌پور، محمدرضا، تولید نباتات صنعتی، جهاد دانشگاهی اصفهان، ۱۳۷۰
خواجه‌پور، محمدرضا، اصول و مبانی زراعت، جهاد دانشگاهی اصفهان، ۱۳۶۵
خدابنده، ناصر، زراعت گیاهان صنعتی، انتشارات سپهر، ۱۳۶۸
خدابنده، ناصر، غلات، انتشارات سپهر، ۱۳۶۷
خاوری خراسانی، هوشنگ و سیاه‌منصور، صدرالله، ژنتیک و مسایل آن، انتشارات شباهنگ، ۱۳۶۴
رحیم‌زاده خویی، فرخ، زراعت خصوصی، دانشگاه تبریز (پلی کپی)، ۱۳۵۸
سعادت لاجوردی، ناصر، دانه‌های روغنی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۵۹
شیبانی، حسن، باغبان (جلد سوم)، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۱
طباطبایی، محمد، گیاه‌شناسی کاربردی، جهاد دانشگاهی تهران، ۱۳۶۵
عرشی، یوسف، روش‌های اصلاح نباتات، سازمان تحقیقات کشاورزی، ۱۳۷۱
عزیزی، حمید، زراعت نیشکر در خوزستان، انتشارات کشت و صنعت کارون، ۱۳۶۹
کوچکی، عوض، زراعت در مناطق خشک، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۶۴
کوچکی، عوض و همکاران، تولید محصولات زراعی، انتشارات دانشگاه مشهد، ۱۳۶۶
کریمی، هادی، گیاهان زراعی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۸
کولیوند، محمّد، زراعت چغندرقند، اصلاح و تهیه بذر چغندر تهران، ۱۳۶۸
کاظمی، حمدالله، زراعت گندم، انتشارات دانشگاه تبریز، ۱۳۶۴
لطیفی، ناصر، زراعت سویا، جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۷۲
مخترع، فیروز، زراعت عمومی، انتشارات دانشگاه تهران (پلی کپی)، ۱۳۷۱
مجنون حسینی، ناصر، زراعت حبوبات، دانشگاه تهران (پلی کپی)، ۱۳۶۹
مرادی، عبدالله، بررسی عملکرد سیب زمینی...، دانشگاه تبریز (پایان‌نامه)، ۱۳۷۱

وزیری الهی، غلامرضا، سبزیکاری عملی، انتشارات سپهر، ۱۳۶۱
یوسفی، فاطمه، اصول مقدماتی کشت سویا، سازمان تحقیقات کشاورزی، ۱۳۶۹
نشریات کشت و صنعت کارون و هفت تپه ــ سال‌های ۷۱ــ۱۳۵۷
نشریات مؤسسه بررسی آفات و بیماری‌های گیاهی ــ اصلاح بذر و نهال کرج
نشریه سرویس و نگهداری کمباین انتشارات جهاد سازندگی آذربایجان شرقی، ۱۳۶۰
نشریه برنج اسعدی اسکویی ــ مرکز آموزش کشاورزی رشت، ۱۳۷۲
نورمحمدی، قربان، زراعت جلد اول (غلات) چاپ پنجم، ۱۳۸۳، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز
اعضای هیئت علمی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند. چغندرقند (از علم تا عمل) ترجمه ۱۳۷۷ نشر علوم کشاورزی
کوچکی عرض و محمد بنایان اول، زراعت حبوبات (آخرین ویرایش) انتشارات جاوید

1– ICRISAT 1989 The Chick pea in The Ninties proceding or the second international work shop on chick pea Improvement, 4 - 8 Dec 1989
ICRISAT center india.

2 –Konel.R.S, and.C.F. Lewis. 1984.Cotton. Publishers Madison,Wisconsi, U.S.A.

3 – Norman, A.G., 1978 Soybean Physiology, Agronomy and Utilization Academic Press.

4 – Saxena, MC. and singh, k.B.1987 the Chick pea C.A.D international and icarda.

5 – Wilcox,S.R.1987.Soybean Improvement, production and Uses, znded American Society of Agronomy.