فصل اول

«روش‌های تولیدمثل در گیاهان»

مقدمه

اهلی نمودن گیاهان یکی از مهمترین وقایع کشاورزی در دنیای جدید است. هدف‌های کلی اصلاح نباتات افزایش عملکرد در واحد سطح بهتر نمودن کیفیت محصولات کشاورزی و تولید مواد اولیه مورد نیاز جوامع انسانی است. ارقام و واریته‌های اصلاح شده گیاهان زراعی و زینتی هر ساله از کشوری به کشور دیگر انتقال داده می‌شود. بدین طریق کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی افزایش‌یافته و احتیاجات فراورده‌های زراعی رفع می‌شود. در اغلب گیاهان یک یا چند ژن با ارزش اقتصادی فراوان وجود دارد. ژن‌هایی که حساسیت و مقاومت گیاهان را نسبت به امراض و آفات کنترل می‌کنند در اولویت برنامه‌های اصلاح نباتات قرار دارند. هدف اصلاحگر نبات نباید در توسعه روش‌های معمول کشت نباتات اصلاحی منحصر گردد بلکه بایستی همواره در جستجوی ترکیبات نو از ژنوتیپ‌های مطلوب باشد.

هدف اصلاحی نهایی در هر برنامه اصلاحی افزایش عملکرد می‌باشد. در شرایط نامساعد افزایش عملکرد به طریق اصلاح نباتات به مقدار کم و صرف زمان طولانی ممکن است. ژن‌های کنترل‌کننده عملکرد برای بروز حداکثر پتانسیل خود به عوامل محیطی تولید وابسته می‌باشند. به طور کلی عمدترین اهداف اصلاح نباتات را می‌توان در عناوین زیر خلاصه کرد.

بهبود کیفیت

کیفیت خصوصیتی است که باعث افزایش ارزش محصول می‌شود. کیفیت در جائی ممکن است به ارزش غذایی یک غله یا طعم و بافت یک میوه تلقی شود. کیفیت جزء مهمی از هر برنامه اصلاح نباتات محسوب می‌شود. به عنوان مثال ژنوتیپ‌های مختلف گندم، آرد تولیدی حاصل از آن را تحت تاثیر قرار داده و نهایتاً حجم و بافت و رنگ نان را مستقیماً تحت تاثیر قرار می‌دهند. به‌هرحال گیاه اصلاح شده از لحاظ پروتئین و اسیدهای آمینه ممکن است متفاوت باشد. در اهداف تولید نباتات علوفه‌ای توجه به کیفیت علوفه همواره مسئله خوش‌خوراکی و ارزش تغذیه‌ای را در بردارد. در گیاهان زینتی کیفیت مفهومی جدا از گیاهان زراعی دارد.

خصوصیات کیفی در گل‌های زینتی عمدتاً همچون شکل ظاهری، شدت و میزان عطر ساطع‌شده، وجود و عدم وجود تیغ و تعداد گلبرگ را شامل می شود. در میوه‌ها و محصولات انباری که طیف وسیعی از میوه‌جات و سبزیجات را در برمی‌گیرد کیفیت معمولاً مقاومت و ماندگاری خصوصیات بیوشیمیایی محصول انبارشده در برابر تغییرات طولانی‌مدت محیط فیزیکی را شامل می‌شود. خصوصیات انباری از مهمترین شاخص‌های اقتصادی است که با بازار پسندی محصول ارتباط مستقیمی دارد.

افزایش تولید در واحد سطح

افزایش تولید در واحد سطح و استفاده از ژنوتیپ‌های مفید و مطلوب در هر منطقه آب و هوایی از دیگر اهداف اصلاحگران نباتات می باشد. عملکرد گیاه در واحد سطح منعکس‌کننده برآیند همه اجزا گیاه می باشد. به‌هرحال همه ژنوتیپ‌های تولی شده دارای عکس‌العمل فیزیولوژیکی و ژنتیکی یکسانی در شرایط مختلف نیستند. عملکرد صفتی پیچیده است که تحت تاثیر اثر متقابل ژنوتیپ و محیط می باشد.

مقاومت به آفات و بیماری

برای دستیابی به حداکثر تولید، مقاوم بودن به آفات و بیماری‌ها ضروری است علف‌های هرز، حشرات، بیماری‌های باکتریایی و ویروسی در مقاطع مختلف از مرحله رشد گیاه بیشترین خسارت را به محصول وارد می‌کنند. اصلاحگران همواره سعی بر دستیابی به گیاهانی را دارند که حاوی ژنهای مقاوم به آفات و بیماری‌ها هستند. علت مقاوم بودن بعضی از واریته‌ها را به مکانیزم فیزیولوژیکی فعال در برابر حمله آفات می‌دانند به عنوان مثال ترکیبی به نام فیتوالکین در لوبیا همواره در هنگام شیوع بیماری فوزاریوم از گیاه ترشح می‌شود که باعث بلوکه شدن و توقف توسعه بیماری می‌شود. به هر حال از برنامه‌های اصلاحی مهم ایجاد گیاهان مقاوم می‌باشد. مقاومت به آفات بیشترین بازده اقتصادی را برای کشاورزان دارا است. مقاومت منجر به سرشکست شدن بسیاری از هزینه‌های تحمیلی به کشاورزان و بی‌نیاز شدن به فعالیت‌هایی همچون سمپاشی و آلودگی محیط‌زیست و مسائل باقیمانده سموم در بافت گیاهان زراعی با مصرف خوراکی می‌گردد.

www.modaresanesharif.ac.ir

مقاومت به تنش‌های محیطی

مقاومت از جمله عمده‌ترین اهداف اصلاح نباتات می باشد. بیشتر تولیدات در مناطق نامساعد سرما و شوری حاصل می شود و گیاه مجبور است برای تولید کافی با این شرایط نامساعد مقابله کند. بعضی از واریته‌های گیاهان در شرایط نامساعد محیطی و فقر حاصلخیزی خاک قادر هستند مقدار مناسبی محصول را در واحد سطح تولید کنند فلذا شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به تنش‌های محیطی از اصلی‌ترین راهکارها برای رفع معضل مذکور می‌باشد.

در گیاهان زراعی تولیدمثل توسط بذر (تولیدمثل جنسی Sexual) و یا به وسیله اعضای رویشی (تولیدمثل غیرجنسی Asexual) انجام می‌گیرد. در تولیدمثل جنسی، سلول‌های تولیدمثل یا گامت‌ها در مرحله گامتوژنسیس Gametogenesis به وجود می‌آیند. در تولیدمثل غیرجنسی از قسمت‌های رویشی مانند غده، ریزوم، ساقه‌های خزنده و پیاز استفاده می‌شود.

تولیدمثل جنسی

تولیدمثل جنسی براساس فرآیند میوز صورت می‌گیرد که در طی آن تعداد کروموزوم سلول‌ها در اندام‌های تولیدمثلی نر و ماده برای تشکیل سلول‌های جنسی به نصف کاهش می‌یابد. میوز عامل تنوع ژنتیکی است که در نتاج حاصل از افراد ناخالص قابل مشاهده است. اساس تولیدمثل غیرجنسی ازدیاد سلول‌ها به وسیله میتوز است. نتیجه میتوز دو سلول جدید است که از نظر ژنتیکی شبیه به یکدیگر و نیز مشابه سلولی هستند که از آن ناشی شده‌اند.

اندام جنسی نر از میله پرچم یا Filament و کیسه گرده Anther تشکیل شده است. مادگی شامل تخمدان Ovary، خامه Style و کلاله Stigma می‌باشد. تخمدان معمولا بزرگ بوده و داخل آن تخمک تشکیل می‌شود. تخمک بعد از تلقیح تبدیل به جنین شده و بعد از رشد جنین بذر تولید می‌شود. تعداد تخمک‌های یک تخمدان بسته به نوع گیاه متفاوت است مثلاً در گندم یا جو تخمدان یک تخمک دارد ولی در گل تنباکو بیش از صدها تخمک در تخمدان وجود دارد.

گل کامل Complete Flower دارای هر چهار عضو کاسبرگ، گلبرگ، پرچم و مادگی است ولی گل ناقص Incomplete Flower یک یا چند عضو را ندارد از گل‌های کامل پنبه، کتان، تنباکو، کلم، سیب زمینی، سویا، شبدر، یونجه و ماش را می‌توان نام برد. گیاهان زراعی مثل خانواده گرامینه از قبیل ذرت، گندم، جو، یولاف و برنج تک لپه‌ای بوده و دارای گل‌های ناقص هستند و گلبرگ و کاسبرگ ندارند. گل‌های دوجنسه Perfect Flowers دارای پرچم و مادگی می‌باشند مثل گیاهان زراعی گندم، جو، چاودار و برنج و گل‌های تک جنسی Imperfect flowers که تنها یکی از دو عضو را دارند. اگر فقط دارای پرچم باشند گل‌های نر Staminate و اگر دارای مادگی باشند گل‌های ماده یا Pistillate هستند. اگر گل‌های نر و ماده در روی یک پایه باشند گیاهان تک پایه یا Monocious و اگر گل‌های نر و ماده روی دو پایه قرار گیرند گیاهان دو پایه یا Dioecious نامیده می‌شوند. گل‌های یک جنسه همیشه جزء گل‌های ناقص منظور می‌شوند. نوع گلی که یک گونه دارد در اهمیت نسبی خودگرده‌افشانی و دگرگرده‌افشانی آن نقش دارد. مرفولوژی و نمو گل می‌تواند خود و دگرگرده‌افشانی را از طرق مختلف تحت تأثیر قرار دهد. پرچم و مادگی ممکن است در یک گل یا گل‌های متفاوت وجود داشته باشد. گل‌های دارای یکی از اندام‌های جنسی می‌توانند در روی یک گیاه و یا گیاهان متفاوت قرار داشته باشند. پرچم‌ها و مادگی ممکن است به طور همزمان و یا در زمان‌های مختلف بالغ شوند. ریزش گرده می‌تواند هنگامی انجام گیرد که گل باز یا بسته باشد این تنوعات می‌تواند به صورت زیر تعریف شود.

الف) ظهور پرچم و مادگی در گل‌های منفرد

I) **گل کامل**: پرچم و مادگی در یک گل (در این حالت گل دوجنسی، هرمافرودیت و کامل است)

دایکوگام Dichogamous: گل‌هایی که در آن‌ها اندام جنسی نر و ماده در زمان‌های متفاوتی می‌رسند و در نتیجه دگرگرده‌افشانی صورت می‌گیرد.

۱ـ پروتاندری: گرده قبل از این که خامه آمادگی دریافت آن را داشته باشد ریزش می‌کند.

۲ـ پروتوژنی: مادگی قبل از ریزش گرده بالغ می‌شود و آمادگی دریافت دانه گرده خودی را از دست می‌دهد.

شاسموگامی Chasmogami: رسیدگی خامه و ریزش گرده بعد از بازشدن گل انجام می‌شود.

کلیستوگامی Clistogamy: رسیدگی خامه و ریزش گرده در گل‌های بسته انجام می‌شود.

II) **دو نوع گل کامل در یک گیاه وجود دارد**

۱ـ **پین**: گل دارای خامه‌های بلند و پرچم‌های کوتاه است.

۲ـ **تروم**: گل دارای خامه‌های کوتاه و پرچم‌های بلند است.

III) **پرچم و مادگی در گل‌های متفاوت قرار دارند** (در این حالت گل یک جنسه و ناقص است)

ب) توزیع گل در گیاهان

۱ـ گیاهان یک پایه که گل‌های نر و ماده در یک گیاه قرار دارند.

۲ـ گیاهان دو پایه که گل‌های نر و ماده در دو گیاه قرار دارند.

۳ـ گل‌های نر و ماده در یک گیاه کامل

خودگرده‌افشانی با ریزش گرده در گل کامل کلیستوگام تطابق دارد در حالی که دگرگرده‌افشانی با پروتاندری، پروتوژنی، شاسموگامی، گل‌های پین و تروم، گل‌های ناقص در گیاهان یک پایه، دو پایه و پلی گام سازگار می‌باشد. دگرگرده‌افشانی با وجود موانع فیزیکی برای خودگرده‌افشانی افزایش می‌یابد مثلاً در یونجه غشای روی کلاله از باروری مؤثر دانه گرده جلوگیری می‌کند. نشستن زنبور بر روی آن باعث آسیب دیدن غشاء شده و گرده از بدن زنبور به کلاله منتقل می‌شود (تریپینگ).

www.modaresanesharif.ac.ir

مثال ۱: کدام یک از حالات زیر تنها در گیاهان خودگشن مشاهده می‌شود؟

۱) کلیستوگامی ۲) شاسموگامی ۳) پروتوژنی ۴) پروتاندری

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» خودگرده‌افشانی با ریزش گرده در گل کامل کلیستوگام تطابق دارد در حالی که دگرگرده‌افشانی با پروتاندری، پروتوژنی، شاسموگامی، گل‌های پین و ترووم، گل‌های ناقص در گیاهان یک پایه، دو پایه و پلی‌گام سازگار می‌باشد.

مثال ۲: تریپینگ در کدام گیاه و با چه وسیله‌ای باعث دگرگرده‌افشانی می‌شود؟

۱) یونجه ـ باد ۲) ذرت ـ باد ۳) یونجه ـ زنبور ۴) ذرت ـ زنبور

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» در یونجه غشای روی کلاله از باروری مؤثر دانه گرده جلوگیری می‌کند. نشستن زنبور بر روی آن باعث آسیب دیدن غشاء شده و گرده از بدن زنبور به کلاله منتقل می‌شود.

خودگرده‌افشانی یا Self Pollination عبارتست از انتقال گرده یک گل به کلاله همان گل و یا به کلاله سایر گل‌ها در همان گیاه و دگرگرده‌افشانی Cross Pollination عبارتست از انتقال دانه گرده یک گیاه به کلاله گیاه دیگر. اگر نطفه از ترکیب گامت‌های نر و ماده یک گیاه به وجود آید خودگشنی یا Self Fertilization نامیده می‌شود و ترکیب گامت‌های یک بوته با گامت‌های بوته دیگر را دگرگشنی یا Cross Fertilization می‌نامند. مقدار طبیعی خودگشنی یا دگرگشنی در گیاهان بستگی به واریته و یا نژاد گیاه، فصل رویش و زایش، سرعت و جهت باد و جامعه حشرات دارد.

از گیاهان مهم خودگرده افشان می‌توان به جو، گندم، لوبیا، ذرت خوشه‌ای (سورگوم)، نخود، کتان روغنی، کنف، عدس، برنج، سیب زمینی، پنبه، یولاف، ماش، کنجد، سویا، توتون، تریتیکاله و ماشک اشاره کرد. در پنبه و سورگوم از ۵ تا ۱۰ درصد دگرگشنی دیده می‌شود.

از گیاهان مهم دگرگرده‌افشان می‌توان به یونجه، مرغ، شبدر، کلم، هویج، ذرت، خردل، پیاز، شبدر شیرین، سیب زمینی شیرین، نیشکر، چغندر، آفتابگردان، کدو، گلرنگ و چاودار اشاره کرد.

مثال ۳: کدام گروه‌بندی گیاهان زراعی زیر صحیح است؟

۱) گندم، جو، یولاف، سویا و شبدر ۲) یولاف، برنج، سیب زمینی و سویا

۳) ذرت، گندم، جو، یولاف و برنج ۴) پنبه،،سویا، ذرت، یونجه و ماش

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» یولاف، برنج، سیب زمینی و سویا خودگشن هستند ولی شبدر، ذرت و یونجه دگرگشن هستند.

ساختمان گل در نظام خودگشنی بسیار مؤثر است. خودگشنی در گیاهان خودگشن ممکن است به روش‌های زیر انجام گیرد.

ـ گل‌ها ممکن است باز نشوند.

ـ گرده‌افشانی ممکن است قبل از باز شدن گل صورت گیرد.

ـ کلاله و پرچم ممکن است بعد از باز شدن گل در اندام‌های محافظتی پوشیده شده باشند.

ـ کلاله ممکن است بعد از باز شدن کیسه پرچم در استوان‌های که پرچم‌ها را تشکیل داده‌اند رشد نماید.

عواملی که باعث نظام دگرگشنی در گیاهان می‌شوند عبارتند از:

ـ ساختمان گل مانع خودگرده‌افشانی می‌شود

ـ زمان رسیدن گرده و کلاله متفاوت است

ـ خودعقیمی و خوداناسازگاری

ـ گل‌های نر و ماده جدا روی یک پایه و یا روی دو پایه قرار دارند.

گرده‌افشانی و باروری: در میوز، سلول‌های مادر مگاسپور واقع در تخمدان مادگی و سلول‌های مادر میکروسپور واقع در پرچم شرکت دارند. تقسیم میوز در سلول $2n$ کروموزومی مادر مگاسپور (مگاسپورانژ) و مادر میکروسپور (میکروسپورنژ) تولید ۴ مگاسپور و ۴ میکروسپور هاپلوئید n کروموزومی می‌کند. میوز دو مرحله‌ای است در مرحله اول سلول مادر مگاسپور یا میکروسپور به دو سلول تقسیم شده که هر کدام از آن‌ها در مرحله بعد تقسیم شده تا در کل تولید چهار سلول n کروموزومی نماید. هر یک از دو مرحله اصلی به مراحل اینترفاز، پروفاز، متافاز، آنافاز و تلوفاز تقسیم می‌شود. میتوز تقسیم تعادلی نیز نامیده می‌شود زیرا دو سلول ایجاد شده به وسیله این فرآیند از نظر ژنتیکی مشابه با سلول مادری اولیه هستند.

تشکیل سلول جنسی و باروری

هر یک از چهار میکروسپور حاصل از میوز تبدیل به دانه گرده می‌شود. در هر میکروسپور تقسیم میتوزی دیگری برای تشکیل هسته زایشی و رویشی انجام می‌شود و هسته زایشی برای تولید سلول اسپرم دوباره به صورت میتوزی تقسیم می‌گردد. در این حالت پوسته گرده ضخیم می‌شود. انتقال دانه گرده را به سطح کلاله گرده‌افشانی یا Pollination می‌گویند. عامل انتقال در گیاهان مختلف متفاوت است، در ذرت، گیاهان علوفه‌ای خانواده گرامینه، چاودار و

www.modaresanesharif.ac.ir

چغندر قند گرده‌ها توسط باد حمل می‌شوند و در گیاهان خانواده بقولات مثل یونجه و شبدر گرده توسط حشرات انتقال می‌یابد. دانه گرده روی سطح کلاله رشد می‌کند و هسته رویشی ایجاد لوله‌ای Pollen tube می‌کند که از طریق خامه و سوراخ میکروپیل یا سفت وارد تخمدان می‌شود. هسته‌های زایشی همزمان با وارد شدن به داخل تخمدان در داخل آن رها می‌شوند.

در تخمدان سه عدد از چهار مگاسپور حاصل از تقسیم میوز سلول مادر مگاسپور از بین می‌روند. دورترین آن‌ها نسبت به سوراخ میکروپیل تقسیم میتوزی انجام می‌دهد تا کیسه جنینی هشت هسته‌ای تشکیل گردد. گامت ماده یا تخم و دو هسته دیگر، (هسته‌های سینرژید Synergid Nuclei) در نزدیک سوراخ میکروپیل یا سفت قرار دارند. سه هسته دیگر که به آن‌ها هسته‌های متقاطر یا آنتی پودال Antipodal می‌گویند در قسمت دیگر کیسه جنینی قرار می‌گیرند و دو هسته دیگر که در مرکز کیسه جنینی قرار دارند به نام هسته‌های قطبی یا Polar Nuclei شناخته می‌شوند.

پس از رها شدن هسته‌های زایشی، یکی از آن‌ها با تخم ترکیب و نطفه یا Zygote را تشکیل می‌دهد که به این مرحله Fertilization یا باروری گفته می‌شود. هسته زایشی دوم با دو هسته قطبی واقع در مرکز ترکیب شده و هسته اولیه آندوسپرم را تشکیل می‌دهد. ترکیب این سه هسته و ترکیب تخم با هسته زایشی اول را باروری دوگانه یا Double Fertilization می‌گویند. بافت آندوسپرم محل ذخیره نشاسته، روغن و یا پروتئین است که به مصرف جوانه زدن و رشد اولیه جنین می‌رسد. در غلات قسمت اعظم بذر از آندوسپرم تشکیل شده است.

مثال ۴: جنین، آندوسپرم و پوسته دانه بذر حاصل از تلاقی یک اتوهگزاپلوئید به عنوان والد مادری و یک دیپلوئید به عنوان والد پدری به ترتیب از راست به چپ با فرض طبیعی بودن میوز دارای چند کروموزوم است؟

۱) $6n, 7n, 4n$ ۲) $7n, 6n, 4n$ ۳) $4n, 4n, 4n$ ۴) $4n, 6n, 4n$

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» پس از رها شدن هسته‌های زایشی والد نر n، یکی از آن‌ها با تخم $3n$ ترکیب و نطفه یا Zygote $4n$ را تشکیل می‌دهند. هسته زایشی دوم n با دو هسته قطبی $6n$ واقع در مرکز ترکیب شده و هسته اولیه آندوسپرم $7n$ را تشکیل می‌دهند. پوسته بذر نیز از بافت مادری منتج می‌شود.

روش‌های تولیدمثل غیرجنسی

تکثیر رویشی

آپومیکسی: اغلب گیاهان زراعی با بذر تکثیر می‌شوند ولی در بعضی از گونه‌ها از تکثیر رویشی استفاده می‌شود. به دلیل اینکه تشکیل بذر ضعیف بوده و یا تکثیر از طریق بذر موجب تنوع ژنتیکی ناخواسته می‌شود. تکثیر رویشی از طریق ریشه‌ها، غده‌ها، ساقه‌های خزنده، ریزوم‌ها و یا با کشت بافت انجام می‌شود. گروهی از گیاهان که از طریق تکثیر رویشی از یک گیاه به وجود می‌آیند یک کلون clone را تشکیل می‌دهند که با شرط عدم وجود جهش از نقطه نظر ژنتیکی یکسان هستند. از این روش برای تولید لاین‌های اصلاحی در مواقعی که تولید بذر ناکافی باشد و یا هدف تولید جمعیت ژنتیکی یکنواخت است استفاده می‌شود.

آپومیکسی که یک پدیده غیرجنسی است و جایگزین تولیدمثل جنسی در گیاهان گلدار خاصی شده است. دو نوع آپومیکسی وجود دارد.

۱ـ **Vivapary یا زنده‌زایی**: که تشکیل گیاهچه یا پیازچه از پریموردیای گل به جای خود گل است. همچنین این روش در توضیح جوانه زدن بذر روی گیاه والد بدون توجه به جنس آن استفاده می‌شود.

۲ـ **Agamospermy آگاموسپرمی**: تشکیل بذر بدون اتحاد هسته‌های تخم و اسپرم آگاموسپرمی نامیده می‌شود که یا اجباری است یعنی گیاهان فقط با آپومیکسی تولیدمثل می‌کنند و یا اختیاری است که تولیدمثل هم به طریقه آپومیکسی و هم با اتحاد گامت‌ها انجام می‌گیرد. اگر سطوح آگاموسپرمی را براساس منشأ جنین طبقه‌بندی کنیم دو حالت خواهیم داشت: ۱ـ **جنین اتفاقی یا Adventitious Embaryony** که در آن جنین به طور مستقیم از یک سلول سوماتیکی کیسه جنینی ایجاد می‌شود و بدون استفاده از آندوسپرم رشد و نمو می‌یابد. تصور می‌شود که آندوسپرم از هسته‌های قطبی ثانویه یک کیسه جنینی طبیعی که مستقلاً در تخمدان به وجود می‌آید رشد می‌کند این نوع آپومیکسی در مرکبات معمول است: ۲ـ **آپومیکسی گامتوفیتی Gametophytic Apomixix** که در این حالت تولید جنین از کیسه جنینی بدون کاهش کروموزومی می‌باشد. در این حالت کیسه جنینی از سلول مادری مگاسپور (توسط دیپلوسپوری) یا از یک سلول سوماتیکی (آپوسپوری) به وجود می‌آید. در دیپلوسپوری منشأ جنین و آندوسپرم بذر حاصل از سلول مادر مگاسپور $2n$ کروموزومی است. برای تشکیل کیسه جنینی، هسته سلول مادر مگاسپور به جای میوز از طریق میتوز تکثیر می‌شود. این حالت در تریپساکوم مشاهده شده است. آپوسپوری هنگامی رخ می‌دهد که سلول سوماتیک تخمدان از طریق میتوز برای تشکیل کیسه جنینی $2n$ کروموزومی تقسیم می‌شوند. در این حالت کیسه جنینی از طریق سلول مادر مگاسپور تشکیل می‌شود ولی سقط می‌شود.

بکرزایی Partheogenesis: نمو جنین هاپلوئید تخم‌زا در کیسه جنینی بدون لقاح با هسته اسپرم است که به صورت تصادفی در اغلب گونه‌ها رخ می‌دهد.

آندروژنز Androgenesis (گرده‌زایی): در این حالت جنین بذر از هسته اسپرم دانه گرده بعد از ورود به کیسه جنینی حاصل می‌شود و گیاه حاصل از این روش دارای ساختار ژنتیکی اسپرم است.

نیمه باروری Semigami: در این روش هسته اسپرم گرده به کیسه جنینی وارد می‌شود و به سلول تخم‌زا نفوذ می‌کند ولی هسته اسپرم و هسته تخم‌زا برای تشکیل تخم $2n$ کروموزومی با هم ترکیب نمی‌شوند در عوض هر دو هسته مستقلاً برای تشکیل یک جنین هاپلوئید تقسیم می‌شوند در این حالت گیاهان هاپلوئیدی که از رشد جنین به وجود می‌آید دارای قطعات بافت با منشأ پدری یا مادری هستند این حالت در پنبه پیما گزارش شده است.

www.modaresanesharif.ac.ir

فصل ششم

«ژنتیک کمی»

انواع تنوع

تنوع محیطی: تغییرات در اندازه، شکل، رنگ ترکیب یا نمو در گیاهانی است که به مقادیر مختلف تنش محیطی واکنش نشان می‌دهند. تنوع محیطی را با مقایسه گیاهانی در جمعیتی که از لحاظ ژنتیکی یکنواخت هستند می‌توان مشاهده کرد.

تنوع ژنتیکی: به تنوع در اندازه، شکل، رنگ، ترکیب یا نمو در یک جمعیت مخلوط ژنتیکی که از عوامل ارثی ناشی شده و به نتاج انتقال می‌یابد اطلاق می‌گردد.

تنوع محیطی و ارثی در گیاهان اغلب به سبب اثری که بر روی گیاه می‌گذارند با یکدیگر تأثیر متقابل دارند. در بررسی تنوع ارثی در داخل یک گونه با اشکال متفاوت صفات خاص گیاهی مواجه می‌باشیم. خصوصیات یا صفات در یک گیاه در نتیجه عمل ژن‌ها در کروموزوم و اثر متقابل گیاه با محیط طی رشد و نمو ایجاد می‌شود. تنوع ژنتیکی برای اصلاح کننده گیاه الزامی است و بدون آن اصلاح ژنتیکی دایمی امکان‌پذیر نیست. وظیفه اختصاصی اصلاح کننده شناسایی صفات گیاهی که در بهبود کیفیت و عملکرد نقش دارند و تجمع ژن‌ها برای صفات مطلوب به داخل رقم است. تنوع در بعضی از صفات گیاهی به صورت ناپیوسته بوده که در محیط‌های متنوع نیز به آسانی شناسایی می‌شوند و وراثت ساده‌ای دارند و این گونه صفات کیفی هستند. سایر صفات گیاهی به راحتی با محیط تغییر یافته و از دامنه پیوسته‌ای از تنوع برخوردارند. این صفات دارای وراثت پیچیده بوده و به صفات کمی مشهورند. منشا تنوع در طبیعت عبارت است از نوترکیبی‌های ژنتیکی، تغییرات در تعداد کروموزوم و جهش. صفاتی را که بر اثر تعداد کمی ژن با تأثیر اساسی بر روی فنوتیپ اداره می‌شوند را صفات کیفی Qualitative Characters و وراثت آن‌ها را وراثت کیفی Qualitative inheritance می‌نامند. بسیاری از صفات مهم در اصلاح نباتات دارای وراثت ساده مندلی نیستند و وراثت آن‌ها به چند یا تعداد بسیاری ژن در مکان‌های مختلف ژنی بستگی داشته که هر ژن تأثیری جزئی در ظهور فنوتیپ آن صفت دارد. صفاتی را که بر اثر تعداد زیادی ژن با تأثیر اندک کنترل می‌شوند را صفات کمی Quantitative Characters و وراثت آن‌ها را وراثت کمی Quantitative inheritance می‌نامند. اثر یک ژن در ظهور یک صفت کمی بسیار کوچک و غیر قابل تشخیص است. در عوض مجموعه‌ای از تأثیر همه ژن‌های مؤثر در صفت کمی قابل اندازه‌گیری است. نوعاً صفات کمی در مقایسه با صفات کیفی بیشتر تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرند. صفات کیفی در محیط‌های مختلف به طور جزئی تغییر می‌یابد در حالی که صفات کمی مثل عملکرد تا حد زیادی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد.

مثال ۱: منشا تنوع در طبیعت چیست؟

۱) نوترکیبی ژنتیکی، تغییرات در تعداد کروموزوم و جهش
۲) جهش، تغییرات در تعداد کروموزوم و انتخاب طبیعی
۳) تغییرات محیطی، تغییرات در تعداد کروموزوم و جهش
۴) نوترکیبی ژنتیکی، تغییرات در تعداد کروموزوم و انتخاب طبیعی

☑ **پاسخ:** گزینه «۱»

روش‌های شناسایی ژنوتیپ یک گیاه

آزمون نتاج: رفتار اصلاحی یک گیاه از روی کشت آن و مشاهده خصوصیات نتاجش معلوم می‌شود. با این روش می‌توان دریافت که آلل‌های صفات مورد مشاهده در یک گیاه، خالص است یا ناخالص. آزمون نتاج یک روش اساسی در اصلاح نباتات است که از روی آن اصلاح کننده متوجه می‌شود که آیا تفاوت‌های فنوتیپی در گیاهان انتخاب شده ژنتیکی و ارثی است یا حاصل تغییرات محیط است. در صورتی که تفاوت‌ها ژنتیکی باشد اصلاح کننده به این که گیاه انتخابی خالص است و برای صفات کیفی مورد مشاهده خالص می‌ماند یا این که ناخالص است و انتخابی دیگر و آزمون نتاج دیگر برای تشخیص گیاه خالص مورد لزوم است پی می‌برد.

تلاقی آزمون: روش دیگر برای تشخیص ژنوتیپ یک گیاه است در این روش تلاقی، گیاه مورد نظر با یک گیاه خالص مغلوب برای صفت مورد نظر تلاقی می‌یابد. مثلاً اگر صفت ریشک دار بودن در جو که با یک مکان ژنی کنترل می‌شود را در نظر بگیریم اگر یک گیاه خالص بدون ریشک KK را با یک مغلوب ریشکدار kk تلاقی داده شود تمامی گیاهان خالص بدون ریشک خواهند بود. و اگر گیاه مورد نظر بدون ریشک ناخالص باشد Kk در نتیجه تلاقی نصف گیاهان نتاج بدون ریشک و نصف دیگر ریشک‌دار می‌گردند.

اگر یک گیاه خودگشن مانند جو را در نظر بگیریم، در F_2 حاصل از تلاقی دو والد خالص بهتر است که بذرهای F_2 را برداشته و هر گیاه F_2 در آزمون نتاج کشت گردد نه این که تلاقی آزمون داده و سپس نتاج آن را برای تلاقی آزمون کشت نماییم. اگر گیاه دگرگشن باشد نباید قبل از کاشت آزمون نتاج،

www.modaresanesharif.ac.ir

گرده‌افشانی کنترل شود یا از آن ممانعت شود. بدین ترتیب انجام تلاقی آزمون به راحتی آزمون نتاج می‌باشد. در گیاهان که تشکیل بذر ضعیف است ممکن است تلاقی آزمون نسبت به آزمون نتاج ترجیح داده شود در گیاهان خودناسازگار و دو پایه که در آن‌ها خودگشنی امکان‌پذیر نیست تلاقی آزمون تنها روش تشخیص ژنوتیپ گیاهان معین است. تلاقی آزمون برای مطالعه پیوستگی ژنی یعنی همبستگی ژن‌ها روی یک کروموزوم مفید می‌باشد.

تلاقی برگشتی، به تلاقی یک هیبرید با یکی از والدینش اطلاق می‌گردد. تفاوت تلاقی برگشتی با تلاقی آزمون در این است که در یک تلاقی آزمون فقط با والد مغلوب خالص برای تشخیص ژنوتیپ یک گیاه تلاقی انجام می‌گیرد ولی تلاقی برگشتی می‌تواند با هر یک از والدینش انجام پذیرد.

مثال۲: تفاوت اصلی تلاقی برگشتی با تلاقی آزمون در چیست؟

۱) تلاقی برگشتی برای صفات کمی و کیفی انجام می‌گیرد ولی تلاقی آزمون فقط برای صفات کیفی است.

۲) در تلاقی برگشتی محیط هیچ تأثیری ندارد ولی در تلاقی آزمون محیط تأثیر گزار است.

۳) برای تشخیص ژنوتیپ یک گیاه در تلاقی آزمون فقط با والد مغلوب تلاقی انجام می‌گیرد ولی تلاقی برگشتی با هر یک از والدینش می‌تواند تلاقی دهد.

۴) در تلاقی آزمون تنها یک نسل تلاقی انجام می‌گیرد ولی در تلاقی برگشتی چندین نسل تلاقی صورت می‌گیرد.

☑ **پاسخ:** گزینه «۳»

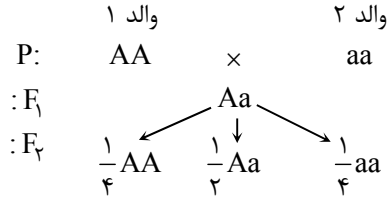
توارث یک ژن

گیاهان دیپلوئید دارای دو دسته کروموزوم هستند که هر کدام می‌توانند آلل متفاوتی از یک ژن را داشته باشند، در هنگامی که در یک مکان ژنی دو آلل متفاوت وجود داشته باشد (Aa) فرد ناخالص است و در شرایطی که آلل‌های مشابه در روی دو کروموزوم حضور داشته باشند (aa یا AA) فرد خالص خواهد بود.

آلل‌های یک مکان ژنی، می‌توانند به چندین طریق بر روی هم تأثیر داشته باشند که با مقایسه فنوتیپ افراد ناخالص با خالص اندازه‌گیری می‌شود. در هنگامی که ارزش ناخالص حد واسط خالص‌ها باشد آلل‌ها از طریق افزایشی عمل می‌کنند. حد واسط بودن ناخالص نشان‌دهنده عدم غالبیت یک آلل بر روی دیگری است. وقتی ارزش ناخالص با میانگین ارزش خالص متفاوت است، ولی با هیچ‌کدام از خالص‌ها برابر نیست، غالبیت نسبی است. در شرایطی که ارزش ناخالص‌ها با یکی از خالص‌ها برابر است غالبیت کامل وجود دارد و هنگامی که ارزش ناخالص از ارزش یکی از خالص‌ها تجاوز می‌کند فوق غالبیت وجود دارد.

عدم انتخاب در خودگرده‌افشان‌ها

تفکیک یک ژن در خودگرده‌افشان‌ها را می‌توان در تلاقی دو والد نشان داد که برای آلل‌های متفاوت یک ژن خالص هستند. بذر F_1 حاصل ناخالص است در طی خودگرده‌افشانی F_1 در نسل دوم نسبت‌های ژنوتیپی $(\frac{1}{4}, \frac{1}{2}, \frac{1}{4})$ بدست می‌آید. در هر نسل از خودگرده‌افشانی گیاهان خالص تنها نتاجی شبیه خود تولید می‌کنند در حالی که گیاهان ناخالص نتاجی به نسبت $(\frac{1}{4}, \frac{1}{2}, \frac{1}{4})$ تولید خواهند کرد. بنابراین خودگرده‌افشانی فراوانی نسبی افراد خالص را افزایش داده و فراوانی نسبی افراد ناخالص را کاهش می‌دهد. فراوانی نسبی افراد ناخالص برای یک ژن در جمعیت را برای هر نسل از خودگرده‌افشانی بدون انتخاب می‌توان به وسیله فرمول $(\frac{1}{2})^n$ تعیین کرد که n تعداد نسل‌های خودگرده‌افشانی است و فراوانی نسبی دو نوع خالص برابر $1-(\frac{1}{2})^n$ است.



عدم انتخاب در دگرگرده‌افشان‌ها

ساختار ژنتیکی جمعیتی که به وسیله دگرگرده‌افشانی تصادفی نگهداری می‌شود بسته به فراوانی نسبی آلل‌های آن متفاوت می‌باشد. فراوانی نسبی ژنوتیپ‌ها برای یک ژن دارای دو آلل در گونه‌ای دیپلوئید به وسیله هاردی واینبرگ از طریق تحقیقات مستقل معین شده است. در هنگامی که فراوانی نسبی ژنوتیپ‌ها از یک نسل به نسل دیگر تغییر نمی‌کند گفته می‌شود که جمعیت در تعادل هاردی واینبرگ است.

P فراوانی نسبی آلل A و q فراوانی نسبی آلل B $\qquad p+q=1 \qquad (p+q)^2=p^2+2pq+q^2$

معیارهایی که باید برای رسیدن و حفظ جمعیت در تعادل هاردی واینبرگ در نظر گرفته شود عبارتند از:

ـ تلاقی باید تصادفی باشد یعنی هر گیاه دارای احتمال مساوی گرده‌پذیری از همه گیاهان شامل خودش نیز باشد.

ـ عدم وجود انتخاب طبیعی و یا مصنوعی درون جمعیت بر له یا علیه آلل بخصوصی

ـ تغییرات ناشی از جهش می‌تواند هر دو آلل یک مکان ژنی را به یک میزان، تحت تأثیر قرار دهد.

ـ هیچ گونه کاهش یا افزایش آلل‌ها از طریق منابع خارجی نباید صورت گیرد (عدم مهاجرت)

ـ اندازه جمعیت باید به حد کافی بزرگ باشد تا آلل‌ها به وسیله رانده شدن ژنتیکی حذف نشوند.

در دگرگرده‌افشان‌ها وقتی انتخاب قبل از گرده‌افشانی انجام می‌شود هر دو والد پدری و مادری کنترل می‌شوند زیرا سلول‌های اسپرم و تخم‌زای موجود برای باروری تنها از گیاهان انتخابی هستند. ولی در هنگامی که انتخاب بعد از گرده‌افشانی صورت می‌گیرد تنها والد ماده کنترل می‌شود. سلول‌های تخم‌زا برای

www.modaresanesharif.ac.ir

باروری از گیاهان انتخابی هستند ولی دانه‌های گرده از هر دو گیاهان انتخابی و غیر انتخابی فراهم می‌شوند در نتیجه انتخاب بعد از گرده‌افشانی تنها نیمی از اثر انتخاب قبل از گرده‌افشانی در تغییر فراوانی نسبی ژن‌ها را دارد.

مثال۳: کدام‌یک از شرایط زیر در جمعیت در حال تعادل هاردی واینبرگ موجود نیست؟

۱) اندازه جمعیت باید به حد کافی بزرگ باشد تا آلل‌ها به وسیله رانده شدن ژنتیکی حذف نشوند.

۲) هیچ گونه کاهش یا افزایش آلل‌ها از طریق منابع خارجی نباید صورت گیرد.

۳) تلاقی باید غیر تصادفی باشد یعنی هر گیاه دارای احتمال مساوی گرده‌پذیری از همه گیاهان شامل خودش نباشد.

۴) عدم وجود انتخاب طبیعی و یا مصنوعی درون جمعیت بر له یا علیه آلل بخصوصی

☑ **پاسخ:** گزینه «۳»

مقایسه اثر انتخاب در جمعیت‌های خودگرده‌افشان و دگرگرده‌افشان

نتیجه انتخاب گیاهان در جامعه گیاهان خودگرده‌افشان با انتخاب قبل از گرده‌افشانی در گیاهان دگرگرده‌افشان در زمانی که انتخاب برای فنوتیپ مغلوب است مشابه می‌باشد در صورت طبقه‌بندی بدون خطای گیاهان، انتخاب برای فنوتیپ مغلوب، آلل غالب را در یک نسل بدون توجه به نظام گرده‌افشانی از بین خواهد برد.
اثر انتخاب در زمانی که انتخاب برای آلل غالب است متفاوت می‌باشد. در جمعیت خودگرده‌افشان هر سلول جنسی محدود به آمیزش با سلول جنسی از همان گیاه می‌شود در حالی که در گیاه دگرگرده‌افشان هر سلول جنسی دارای توانایی آمیزش با سلول جنسی سایر گیاهان است. افراد خالص غالب در جامعه خودگرده‌افشان، تنها بذری که تولید می‌کنند خالص غالب است و برعکس افراد خالص غالب در جامعه دگرگرده‌افشان دانه‌های گرده‌ای دریافت می‌کنند که ممکن است، حاوی آلل غالب یا مغلوب باشد در نتیجه در گیاهان خالص بعضی از بذرها ناخالص خواهند بود.

توارث دو یا چند ژن

در تلاقی بین دو والد اینبرد که در آلل‌های دو مکان ژنی متفاوت هستند F_1 برای هر مکان ژنی ناخالص خواهد بود. تفکیک مستقل در دو مکان ژنی تولید چهار نوع سلول جنسی با فراوانی نسبی یکسان خواهد کرد. با خودگرده‌افشانی F_1 چهار نوع سلول جنسی نر با سلول‌های جنسی ماده در تمام ترکیبات برای تشکیل ۹ ژنوتیپ ترکیب می‌شوند. تعداد ژنوتیپ‌های موجود در هنگامی که دو یا تعداد بیشتری ژن مستقل از هم با یکدیگر در نظر گرفته می‌شوند می‌تواند به وسیله عبارت ۳^n به دست آید که در آن n تعداد ژن‌های در حال تفکیک است و تعداد فنوتیپ‌های موجود به وسیله عبارت ۲^n در حالت غالبیت کامل به دست می‌آید.

P:	AAbb	×	aaBB	
F_1:		AaBb		
F_2:		↓		
گامت	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

فراوانی نسبی افراد جمعیتی که برای تمام مکان‌های ژنی مورد نظر خالص هستند می‌تواند تعداد نسل‌های خودگرده‌افشانی را که قبل از آغاز انتخاب انجام می‌شود کاهش دهد. در زمانی که تمام افراد خالص، بدون در نظر داشتن آلل‌های موجود در یک مکان ژنی مورد توجه هستند فراوانی نسبی آن‌ها را در جمعیت، می‌توان به وسیله عبارت $[۱-(\frac{۱}{۲})^m]^n$ نشان داد که m تعداد نسل‌های خودگشنی $(F_۳ = ۲$ و $F_۲ = ۱)$ و n تعداد مکان‌های ژنی در حال تفکیک است. به عنوان مثال برای هر جمعیت $F_۳$ با سه مکان ژنی در حال تفکیک فراوانی نسبی افراد خالص برابر است با: $[۱-(\frac{۱}{۲})^۳]^۲ = \frac{۲۷}{۶۴}$

مثال ۴: تعداد فنوتیپ‌ها و ژنوتیپ‌های یک گیاه خود گرده افشان که در چهار جفت اختلاف دارند برابراست با:

۱) ۱۶ -۸۱ ۲) ۸۱- ۱۶ ۳) ۱۶-۲۷ ۴) ۲۷ - ۱۶

☑ **پاسخ:** گزینه «۱»

اثرات متقابل ژنی

ملاحظه می‌شود که یک ژن غالب ممکن است اثر آلل مغلوبش را مخفی سازد. در بسیاری از حالات نسبت‌های اصلی ژنتیکی با تأثیرهای متقابل بین ژن‌های غیر آللی که فنوتیپ مشابهی را تحت تأثیر قرار می‌دهند تغییر می‌یابد که به این پدیده اپیستازی می‌گویند.

انواع اثرات متقابل ژنی

عمل تکمیل کننده: دو ژن غیر آللی برای ایجاد یک صفت لازم است مثلاً در یولاف وجود دو ژن غالب A و B برای کسب کردن مقاومت به یک نژاد معین زنگ طوقه الزامی است.

www.modaresanesharif.ac.ir

عمل تغییر دهنده: یک ژن فقط در حضور ژن دومی در لوکوس دیگر عمل می‌کند. مثلاً در ذرت یک ژن غالب Pr تولید رنگ بنفش آلورون را در حضور ژن غالب R می‌نماید در حالی که در غیاب ژن R اثری ندارد. آلورون قرمز pr R، آلورون بی رنگ Pr r و آلورون بنفش Pr R .

عمل ممانعت کننده: یک ژن ممکن است از ظهور ژن دیگری ممانعت به عمل آورد. مثلاً ژن غالب R رنگ قرمز در ذرت در حضور ژن غالب ممانعت کننده I اثری ندارد. قرمز R i - سفید R I ،r I ، r i.

عمل پوشاننده: یک ژن ممکن است اثر ژن دیگری را موقعی که هر دو حضور دارند بپوشاند. در یولاف ژن غالب Y رنگ زرد پوسته را تولید می‌کند و ژن غالب B رنگ سیاه پوسته بذر را ایجاد می‌کند. ژن Y در حضور ژن B اثری ندارد و رنگ سیاه پوسته بذر رنگ زرد را می پوشاند. سیاه B Y و B y ـ زرد b Y ـ سفید b y

اثر همانند: هریک از دو ژن ممکن است دارای اثر مشابه باشند و یا اثر یکسانی توسط هر دو ژن با یکدیگر تولید می‌شود. مثلاً گیاه کیسه کشیش که دارای کپسول مثلثی شکل است که توسط هر کدام از ژن‌های غالب C یا D و یا هر دو ایجاد می‌شود وقتی هر دو مغلوب هستند به صورت بیضی است.

اثر افزایشی: یک ژن ممکن است بیش از یک اثر داشته باشد و به طور همزمان بر روی اندازه، شکل یا عمل چندین اندام تأثیر بگذارد ژن‌های چند اثری ژن‌هایی هستند که در ظهور بیش از یک ژن دخالت دارند. این گونه ژن‌ها ممکن است فقط یک عمل مانند تولید آنزیم خاصی را بر عهده داشته باشند که این آنزیم به نوبه خود بر روی ظهور چندین صفت گیاه مؤثر است. مثلاً ژن uzu در جو در حالت مغلوب موجب کوتاه شدن ساقه، نرم شدن میان گره‌ها، کاهش اندازه دانه و تولید برگ کلئوپتیلی برافراشته می‌شود.

صفات چند فاکتوری

رنگ دانه گندم و یولاف توسط سه لوسای با آلل‌های R_3r_3 ، R_2r_2 ، R_1r_1 مشخص می‌شود. ژنوتیپ $r_1r_1r_2r_2r_3r_3$ دانه‌های سفید دارد و بقیه ژنوتیپ‌ها دارای رنگ قرمز بوده که شدت رنگ بین آن‌ها متفاوت است. هر کدام از این لوسای‌ها تابع قوانین مندل هستند یعنی هر کدام از مکان‌های ژنی به طور مجزا می‌توانند در تغییر رنگ نقش داشته باشند با توجه به این موضوع داریم:

$R_1r_1 \times R_1r_1 \rightarrow 3R_1$ ـ قرمز و $1r_1r_1$ سفید

$R_1r_1R_2r_2 \times R_1r_1R_2r_2 \rightarrow 15(R_1 - R_2 - , R_1 - r_2r_2 , r_1r_1R_2 -)$ قرمز و $1r_1r_1r_2r_2$ سفید

و همین‌طور اگر R_3 را نیز اضافه کنیم ۶۳ دانه قرمز و ۱ دانه سفید خواهیم داشت. جنبه کمی بودن رنگ دانه با توجه به شدت رنگ قرمز بررسی می‌شود. ژن‌های R_1 و R_2 و R_3 روی شدت رنگ قرمز اثر گذاشته و به ازاء زیاد شدن تعداد آن‌ها در ژنوتیپ، رنگ قرمز شدیدتر می‌شود. یعنی اثر ژن‌های R_1 و R_2 و R_3 روی شدت رنگ قرمز در دانه گندم یکسان بوده و هر سه آلل به آلل‌های r_1، r_2 و r_3 غالبیت نشان می‌دهند و به علاوه اثرات ژن‌های R_1 و R_2 و R_3 با هم جمع شده و رنگ دانه را شدیدتر می‌کند. پراکندگی فنوتیپ نتاج در این حالت که از تفکیک سه ژن مستقل هر یک با اثر معینی تولید شده‌اند به پراکندگی نرمال نزدیک می‌شود و با زیاد شدن تعداد ژن‌های مسئول کنترل صفات کمی شباهت پراکندگی نتاج به منحنی نرمال زیاد خواهد شد.

براساس این مطالعات، اساس ژنتیکی تفکیک متجاوز Transgressive Segregation معلوم شد. تفکیک متجاوز وقتی صورت می‌گیرد که از تلاقی والدین در نسل دوم نتاجی حاصل می‌شود که از هر دوی والدین و یا یکی از والدین تجاوز کند مثلاً وقتی دو واریته گندم با ژنوتیپ‌های $r_1r_1R_2R_2 \times R_1R_1r_2r_2$ هر دو با رنگ قرمز روشن تلاقی داده شوند نتاجی تولید می‌شود که دانه‌های آن‌ها دارای رنگ قرمز تقریباً تیره و یا کاملاً سفید است. در کل اصلاح کنندگان برای تهیه تفکیک یافته‌هایی که برای صفت کمی برتر از والدینشان هستند به تفکیک متجاوز متکی هستند.

مفهوم چند فاکتوری در صفات کمی این است که هر ژن و یا حداقل هر لوکوس به طور مستقل روی صفت اثر می‌گذارد. این ژن‌ها دارای اثرات تقریباً یکسانی بوده و اثرات آن‌ها افزایشی است. در صفات کمی یا چند فاکتوری با زیاد شدن تعداد ژن‌های مسئول در بروز صفت تعداد ژنوتیپ‌های ممکن به شدت افزایش می‌یابد. مثلاً اگر والدین در ۴ ژنوتیپ متفاوت باشند $3^4 = 81$ ژنوتیپ خواهیم داشت.

اگر والدین در یک جفت ژن اختلاف داشته باشند $AA \times aa \xrightarrow{F_1} Aa \xrightarrow{F_2} \frac{1}{4}AA , \frac{1}{2}Aa , \frac{1}{4}aa$

$\frac{1}{4}$ نتاج نسل F_2 شبیه یکی از والدین خواهد بود.

و اگر در دو جفت ژن اختلاف داشته باشند فراوانی نسبی ژنوتیپ‌های شبیه یکی از والدین به $(\frac{1}{4})^2 = \frac{1}{16}$ کاهش خواهد یافت. به طور کلی اگر والدین در n جفت ژن متفاوت باشند فراوانی نسبی ژنوتیپ‌هایی که در نسل دوم شبیه یکی از والدین خواهند بود مساوی $(\frac{1}{4})^n$ است.

در صفات کمی تعیین ژنوتیپ‌ها کار بسیار مشکلی است ولی چون اثر لوسای‌ها با هم مشابه است می‌توان تعداد ژنوتیپ‌های هر کلاس را با تعمیم فرمول باینومیال به دست آورد. n نشان‌دهنده تعداد مکان‌های ژنی است که والدین در آن با هم اختلاف دارند $(a+b)^n$. مثلاً اگر والدین در ۵ لوسای با هم اختلاف داشته باشند.

$$(a+b)^5 = a^5 + 5a^4b^1 + 10a^3b^2 + 10a^2b^3 + 5ab^4 + b^5$$

در این حالت تعداد جملات بسط شده برابر با تعداد فنوتیپ‌ها، ضرایب فرمول نشان‌دهنده تعداد ژنوتیپ‌های هر کلاس، توان a تعداد ژن‌های والد اول که در آن نتاج شرکت دارد و توان b تعداد ژن‌های والد دوم که در آن نتاج شرکت دارد است.

www.modaresanesharif.ac.ir

مثال ۵: کدام یک از عبارات زیر در مورد چند فاکتوری در صفات کمی صادق نیست؟

۱) هر ژن و یا حداقل هر لوکوس به طور مستقل روی صفت اثر می‌گذارند.

۲) با زیاد شدن تعداد ژن‌های مسئول کنترل صفات کمی شباهت پراکندگی نتاج به منحنی نرمال زیاد خواهد شد.

۳) ژن‌ها دارای اثرات تقریباً یکسانی بوده و اثرات آن‌ها به صورت غالبیت است.

۴) با زیاد شدن تعداد ژن‌های مسئول در بروز صفت تعداد ژنوتیپ‌های ممکن به شدت افزایش می‌یابد.

☑ **پاسخ:** گزینه «۳»

پلی‌ژن‌ها

اصطلاح پلی‌ژن به ژن‌هایی گفته می‌شود که دارای اثرات کوچکی هستند و برخلاف مفهوم چند فاکتوری که ژن‌ها کم و بیش مستقلاً روی صفت اثر می‌گذارند، پلی‌ژن‌ها همبستگی نشان داده و اثرات متقابل با هم دارند اصولاً این ژن‌ها دارای مشخصات زیر هستند:

ـ تفکیک در تعداد نامحدودی لوسای صورت می‌گیرد.

ـ جایگزین شدن آللی به جای آلل دیگر در لوکوس چندان تغییری در پراکندگی صفت ایجاد نمی‌کند زیرا اثر یک ژن کم اثر در مقابل تعداد نامحدودی ژن، بسیار نامحسوس است.

ـ جایگزین کردن آلل‌های مختلف در لوسای متفاوت اثری روی فنوتیپ گیاه نمی‌گذارد به عبارت دیگر ژنوتیپ‌های مختلف دارای فنوتیپ مشابهی هستند.

ـ فنوتیپ صفات پلی‌ژنتیک با نامحسوس‌ترین تغییراتی در محیط زیست تغییرات قابل توجهی می‌کند.

ـ جوامع گیاهی دگرگشن از نظر صفات پلی‌ژنتیک دارای تنوع ژنتیکی فراوان هستند یعنی گیاهان از نظر صفات پلی‌ژنتیک هتروزیگوس هستند.

ـ پلی‌ژن‌ها به طور دسته‌جمعی در ریخته ارثی موجودات اثر می‌گذارند.

ـ پلی‌ژن‌ها دارای اثرات چند اثری، تغییردهنده و تضعیف و تشدید کننده بوده و ممکن است تنوعاًتی ایجاد کنند که نتوان آن را توسط ژن‌های اصلی توجیه کرد.

صفات پلی‌ژنتیک را نمی‌توان در کلاس‌های ناپیوسته طبقه‌بندی کرد بلکه جوامع نسبت به این صفات پلی‌ژنی یک پراکندگی پیوسته نشان داده که فقط می‌توان آن را با میانگین، واریانس و دوری از منحنی نرمال توصیف کرد. یکی از مشخصات مهم پلی‌ژن‌ها این است که ترکیبات مختلف آن‌ها دارای فنوتیپ یکسانی هستند و بدین ترتیب یک واریته دگرگشن یکنواخت ممکن است از ژنوتیپ‌های مختلفی تشکیل شده باشند. عوامل محیطی اغلب روی پلی‌ژن‌ها اثر می‌گذارند اما ارزشیابی اثرات محیطی روی هر گیاه غیر ممکن است به همین دلیل در انتخاب صفات پلی‌ژنتیک باید سعی شود که شرایط طبیعی محل انتخاب شبیه محلی باشد که گیاهان انتخاب شده بعدا در آن کشت می‌شوند.

مثال ۶: کدام یک از عبارات زیر در مورد پلی‌ژن‌ها صادق نیست؟

۱) جایگزین شدن آللی به جای آلل دیگر در لوکوس تغییر زیادی در پراکندگی صفت ایجاد می‌کند.

۲) جایگزین کردن آلل‌های مختلف در لوسای متفاوت اثری روی فنوتیپ گیاه نمی‌گذارد.

۳) فنوتیپ صفات پلی‌ژنتیک با نامحسوس‌ترین تغییراتی در محیط زیست تغییرات قابل توجهی می‌کند.

۴) پلی‌ژن‌ها به طور دسته‌جمعی در ریخته ارثی موجودات اثر می‌گذارند.

☑ **پاسخ:** گزینه «۱»

ژنتیک کمی

ارزیابی صفات کمی براساس مطالعه جمعیتی از ژنوتیپ‌ها صورت می‌گیرد. هر جمعیت را می‌توان از حیث یک صفت به وسیله شاخص‌های مختلف آماری مشخص کرد. یکی از شاخص‌های آماری بسیار مهم که در تشریح جمعیت به کار می‌رود میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های موجود در آن می‌باشد. انتخاب مؤثر در بین ژنوتیپ‌های موجود در یک جمعیت، موجب تغییر در میانگین عملکرد آن جمعیت می‌شود. فالکونر میانگین عملکرد یک جمعیت برای یک مکان ژنی منفرد با دو آلل مختلف را به صورت زیر تعریف کرده است.

$M = a(p-q) + ۲pqd$ M میانگین جمعیت، a ارزش ژنوتیپ خالص، p فراوانی آلل اول، q فراوانی آلل دوم d ارزش ژنوتیپ ناخالص است.

اگر یک مکان ژنی با دو آلل $A_۱$ و $A_۲$ را در نظر بگیریم که تشکیل سه ژنوتیپ $A_۱A_۱$، $A_۱A_۲$ و $A_۲A_۲$ را می‌دهند ارزش هر ژنوتیپ با علائم زیر بیان می‌شود:

$$A_۱A_۱ = a \qquad A_۱A_۲ = d \qquad A_۲A_۲ = -a$$

ارزش a برابر است با عملکرد یک ژنوتیپ خالص منهای عملکرد میانگین دو ژنوتیپ خالص

$$a = (A_۱A_۱) - \frac{(A_۱A_۱ + A_۲A_۲)}{۲} \qquad -a = A_۲A_۲ - \frac{(A_۱A_۱ + A_۲A_۲)}{۲}$$

مقدار d معیاری از درجه غالبیت بین دو آلل می‌باشد که به صورت تفاوت بین ارزش ژنوتیپ‌های ناخالص با میانگین ژنوتیپ‌های خالص اندازه‌گیری می‌شود.

$$d = A_۱A_۲ - \frac{(A_۱A_۱ + A_۲A_۲)}{۲}$$

www.modaresanesharif.ac.ir

فصل نهم

«ذخایر ژنتیکی و حفاظت از آن‌ها»

ژرم پلاسم گیاهی منبع ماده ژنتیکی مورد استفاده اصلاح‌کننده برای ایجاد رقم جدید است که می‌تواند شامل بذر یا سایر اندام گیاهی قابل تکثیر از قبیل برگ، ساقه، دانه گرده و یا سلول‌های کشت شده‌ای باشند که می‌توانند در حد گیاهان بالغ رشد کنند.

نژادهای بومی اجداد واریته‌های زراعی جدید هستند. متاسفانه پیشرفت در اصلاح گیاهان زراعی که غالباً با انتخاب و خالص‌سازی مخلوط ژنتیکی واریته‌های بومی انجام گرفته است ناچار به افزایش یکنواختی و کاهش تنوع ژنتیکی داخل واریته زراعی نسبت به نژادهای بومی اولیه شده است. علاوه بر تنوع ژنتیکی زیاد نژادهای بومی که به واریته‌های زراعی منتقل شده است تنوع ژنتیکی عظیمی در گونه‌های وحشی خویشاوندان گیاهان زراعی برای تمام صفات گیاهی وجود دارد.

یکی از عواقب اصلاح گیاهان افزایش فرسایش یا کاهش تنوع ژنتیکی گیاهانی بوده است که تحت برنامه انتخاب قرار گرفته‌اند. هر چه انتخاب موفق‌تر باشد تنوع ژنتیکی برای آن گیاه بیشتر کاهش‌یافته است. اداره مطلوب ذخایر توارثی توسط یک بهنژادگر مستلزم وارد کردن ذخایر توارثی جدید به طور مرتب به داخل برنامه اصلاحی به منظور ایجاد نوترکیبی‌های جدید و در نهایت افزایش تنوع ژنتیکی می‌باشد. اداره اصولی ذخایر توارثی گیاهی برای اطمینان از امکان تهیه ارقام اصلاح شده در آینده است که می‌توانند در مقابل عوامل تنش زا مثل بیماری و آفات و همچنین تنش‌های اقلیمی مقاومت نمایند.

مثال ۱: هر چه انتخاب برای صفتی در یک گونه گیاهی ..... باشد تنوع ژنتیکی برای آن گیاه ..... می‌یابد.

۱) ناموفق تر- بیشتر افزایش ۲) ناموفق تر- بیشتر کاهش ۳) موفق تر- بیشتر کاهش ۴) موفق تر- بیشتر افزایش

☑ **پاسخ:** گزینه «۳»

مراکز تنوع ژنتیکی

واویلوف و همکاران با جمع آوری گونه‌های گیاهی در سرتاسر دنیا تئوری را ارائه کردند که عبارت بود از اینکه منشا تنوع ژنتیکی گونه‌های خاص گیاهی غالبا مربوط به منطقه جغرافیایی کوچکی می‌شود. مجموعه گیاهی واویلوف به طور عمده متشکل از گیاهان زراعی بود و گونه‌های وحشی کمتری را شامل می‌شد. واویلوف براساس یافته‌ها و مشاهداتش دریافت که تنوع ژنتیکی گسترده گونه‌های زراعی در مناطق محدود و معینی وجود دارد در حالی که در مناطق وسیعی تنوع ژنتیکی اندکی موجود بود. همچنین مشاهده کرد مراکز تنوع بسیاری از گونه‌ها در منطقه جغرافیایی کوچکی قرار دارد. واویلوف با این مشاهدات هشت مرکز اصلی و سه مرکز فرعی تنوع گیاهی را مشخص کرد.

۱ـ مرکز چین: لوبیا، ارزن، یولاف، کنجد و ماش

۲ـ مرکز هندوستان: نخود، پنبه هندی، کنف، ارزن میله ای، ماش ، برنج، نیشکر و سیب زمینی هندی

2a ـ مرکز اندومالایا: موز، نارگیل، سیب زمینی شیرین و نیشکر

۳ـ مرکز آسیای مرکزی: نخود، کتان، عدس، چاودار، گلرنگ، کنجد و گندم

۴ـ مرکز خاور نزدیک: یونجه، جو، نخود، کتان، عدس، طالبی، یولاف قرمز، چاودار و کنجد

۵ـ مرکز مدیترانه: کاهو، باقلا، کلم، یولاف پوست دار و گندم دوروم

۶ـ مرکز اتیوپی: جو، نخود، کتان، عدس، ارزن، نخود و کنجد

۷ـ مرکز جنوب مکزیک و آمریکای مرکزی: لوبیا، ذرت، پنبه آپلند، کدو و شاهدانه

۸ـ مرکز آمریکای جنوبی: لوبیای لیما، پنبه مصری، سیب زمینی شیرین، توتون و گوجه فرنگی

8a ـ مرکز چیلو: سیب زمینی

8b ـ مرکز برزیل و اوروگوئه: کاکائو، بادام زمینی، آناناس و درخت کائوچو

www.modaresanesharif.ac.ir

واویلوف پیشنهاد کرد که مرکز تنوع گیاه، مرکز منشا آن نیز می‌باشد ولی به دلیل اینکه برخی از گیاهان در دو مرکز تنوع وجود داشتند مورد قبول قرار نگرفت. می‌توان تصور کرد که در قدیم گیاه به منطقه دوم منتقل شده و ادامه تنوع ژنتیکی آن در آنجا رخ داده است. واویلوف مراکزی را که گیاه در آنجا اهلی شده را مراکز اولیه و مناطقی را که پس از اهلی شدن، تنوع در آنجا ادامه یافته مراکز ثانویه نامیده است.

شبکه بین‌المللی حفاظت ذخایر ژنتیکی

درسالهای اخیر تلاش‌هایی در جهت ایجاد شبکه بین‌المللی حفظ ذخایر ژنتیکی انجام گرفته است که نتیجه آن تأسیس IBPGR (بخش بین‌المللی منابع ژنتیک گیاهی) بوده است. این مرکز هماهنگ‌کننده فعالیت تمام اجزای سیستم بین‌المللی است از جمله فعالیت‌های دیگر این مرکز توسعه و بازیابی همه جانبه ذخایر توارثی در سطح دنیا و کمک به مؤسسات مربوط برای توسعه توانایی انبارداری و ارزیابی مجموعه ذخایر توارثی می‌باشد. مراکز مهم تحقیقاتی بر روی حفاظت از ذخایر ژنتیکی عبارتند از:

IRRI: مؤسسه تحقیقات بین‌المللی برنج در لوس باناس فیلیپین

CIMMYT: مرکز بین‌المللی اصلاح ذرت و گندم در مکزیک که بر روی ذرت، گندم، جو و تریتیکاله فعالیت می‌کند.

ICRISAT: مؤسسه بین‌المللی تحقیقات گیاهان زراعی نیمه‌گرمسیری در هندوستان که روی سورگوم، ارزن، نخود، لوبیا چشم‌بلبلی و بادام‌زمینی فعالیت می‌کند.

CIAT: مرکز بین‌المللی کشاورزی مناطق گرمسیری، در کالی کلمبیا که روی انواع لوبیا، کاساوا، و علوفه‌های گرمسیری فعالیت می‌کند.

AVARDC: مرکز آسیایی توسعه و تحقیقات سبزیجات در تایوان که روی ماش، سویا، گوجه فرنگی، کلم چینی و فلفل فعالیت می‌کند.

IITA: مرکز بین‌المللی کشاورزی گرمسیری در ایبادان نیجریه که روی نخود، سیب‌زمینی شیرین و سیب‌زمینی هندی فعالیت می‌کند.

CIP: مرکز بین‌المللی سیب زمینی در لیمای پرو

ICARRDA: مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک در آلپو سوریه که روی گندم، جو، باقلا و عدس فعالیت می‌کند.

مثال۲: مؤسسه بین‌المللی تحقیقات گیاهان زراعی نیمه گرمسیری در هندوستان که روی سورگوم، ارزن و نخود فعالیت می‌کند به اختصار چه نامیده می‌شود؟

۱) AVARDC ۲) ICARRDA ۳) ICRISAT ۴) CIMMYT

☑ **پاسخ:** گزینه «۳»

مثال۳: ICARRDA به اختصار یعنی.....

۱) مرکز بین‌المللی کشاورزی مناطق گرمسیری، در کالی کلمبیا که روی انواع لوبیا، کاساوا، و علوفه‌های گرمسیری فعالیت می‌کند.

۲) مرکز بین‌المللی اصلاح ذرت و گندم در مکزیک که بر روی ذرت، گندم، جو و تریتیکاله فعالیت می‌کند.

۳) مرکز آسیایی توسعه و تحقیقات سبزیجات در تایوان که روی ماش، سویا، گوجه فرنگی، کلم چینی و فلفل فعالیت می‌کند.

۴) مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک در آلپو سوریه که روی گندم، جو، باقلا و عدس فعالیت می‌کند.

☑ **پاسخ:** گزینه «۴»

معرفی گیاهان Plant Introduction

انتقال گیاهال زراعی از مکانی به مکان دیگر از عوامل مهم گسترش کشاورزی در جهان بوده است. در قدیم این امر تصادفی بوده و توسط مهاجرین یا مسافرین انجام می‌شده است ولی امروزه کشورهای دارای سازمان منظم کشاورزی هر ساله تعداد زیادی واریته جدید وارد می‌کنند این مواد ممکن است متعلق به یکی از گونه‌های زیر باشند:

- گیاهان زراعی جدید
- واریته‌ای جدید از گیاهان زراعی موجود
- صفات جدید برای انتقال به گیاهان زراعی

مراکز پیدایش گیاهی: واویلوف عقیده داشت که مراکز تنوع، مراکز پیدایش گیاهی نیز می‌باشند Center of origin. به نظر او موتاسیون عامل اصلی تنوع گیاهی بوده و در اثر متراکم شدن ژن‌های موتانت در طول تاریخ تکامل گیاه و انتخاب طبیعی انواع فرمها از یک گونه و یا جنس به وجود آمده است.

مراکز ترکیبات ژنی: رابطه بین مراکز تنوع و مراکز پیدایش گیاهی مورد مطالعه قرار گرفته است به عقیده عده‌ای از دانشمندان علم تکامل از تلاقی طبیعی فرمهای مختلف، جوامع هیبریدی تولید شده که باعث ایجاد تنوع شده است. مراکز تنوع، محل تلاقی فرمهای مختلف بوده و درحقیقت مرکز ترکیبات ژنی Center of recombination می‌باشند و ممکن است به سادگی ایجاد شده باشند و موتاسیون در ایجاد تنوع نقش عمده‌ای همراه نداشته بلکه ترکیبات مختلف ژنی است که تولید تنوع می‌کند.

www.modaresanesharif.ac.ir

فصل سیزدهم

«موتاسیون»

جهش یک تغییر ناگهانی در ماده ارثی یک سلول است. جهش ژنی شامل حذف‌ها و یا تغییرات مولکولی داخل محدوده یک ژن و جهش کروموزومی‌شامل تغییر در ساختمان کروموزوم مثل از دست رفتن یا مضاعف شدن قطعه‌ای از کروموزوم است. اغلب موتاسیون‌ها مضر و زیانبار و بسیاری از آنها کشنده هستند.
تغییر ظاهری در صفات فنوتیپی ساده ترین روش در شناسایی جهش است و جهش‌هایی که سبب تغییرات جزئی در صفات کمی‌مثل عملکرد می‌شوند تشخیص مشکل تری دارند. فنوتیپ جدید یک گیاه دو علت دارد:
۱ـ ممکن است از طریق جهش خود به خودی باشد. ۲ـ ممکن است از طریق تفکیک و نوترکیبی ژن‌ها ایجاد شده باشد.
در دگر گرده‌افشان‌ها تشخیص نوترکیبی ژنی بسیار مشکل است چون ژن‌های مغلوب که با آلل غالب در گیاهان هتروزیگوت پوشیده می‌شود بعدا بر اثر آمیزش با آلل مغلوب دیگر ظاهر می‌شود ولی در خودگشن‌ها، دگرگشنی طبیعی و نوترکیبی ژنی متعاقب آن موجب ایجاد فنوتیپ‌های جدیدی می‌شود که ممکن است به نظر جهش آید. برای شناسایی جهش‌ها می‌توان نتاج موتانت‌های مصنوعی را کشت کرده و مشاهده نمود که آیا تفکیک رخ می‌دهد یا نه؟
هنگامی‌که در بافت سوماتیکی جهش رخ می‌دهد فقط بخش کوچکی از گیاه مانند یک پنجه یا شاخه که از نمو سلول جهش یافته بوجود آمده حامل ژن موتانت می‌باشد (شیمر) و سایر قسمت‌های گیاه تحت تاثیر قرار نخواهد گرفت. جهش‌ها را می‌توان براساس منشا آنها که خود به خودی یا القایی هستند شناسایی کرد. جهش خودبه خودی به طور طبیعی در طبیعت رخ می‌دهد در حالی که جهش القایی در نتیجه یک عمل جهش زا به وجود می‌آید. از نقطه نظر دیگر جهش ژنی می‌تواند مغلوب باشد یعنی (A به a) و یا می‌تواند غالب باشد (a به A). جهش ژنی مغلوب معمول‌تر است و اگر در بافت سوماتیکی یک گیاه هموزیگوت به وقوع بپیوندد آثار آن در نسل بعد روی بذری که در روی بخشی از گیاه شامل آلل موتانت تشکیل می‌شود ظاهر خواهد شد.

مثال ۱: در مورد موتاسیون کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح نیست؟

۱) اغلب موتاسیون‌ها مضر و زیانبار و بسیاری از آنها کشنده هستند.
۲) وقتی در بافت سوماتیکی جهش رخ می‌دهد ممکن است بخش کوچکی از گیاه مانند یک پنجه یا شاخه حامل ژن موتانت باشد.
۳) اگر بافت سوماتیکی یک گیاه هموزیگوت جهش یابد آثار آن در دو نسل بعد روی بذری که در روی بخشی از گیاه شامل آلل موتانت، تشکیل می‌شود ظاهر خواهد شد.
۴) جهش ژنی مغلوب نسبت به غالب معمول‌تر است.

☑ **پاسخ:** گزینه «۳»

عناصر جهش‌زا

پرتوهای یونیزه‌کننده: شامل اشعه x، نوترون‌ها، اشعه گاما، ماورا بنفش و لیزر می‌باشند. با استفاده از اشعه x می‌توان بذرها، گیاهان یا دانه گرده را با دزهای نسبتا دقیق تیمار نمود. پرتوتابی نوترونی در مقایسه با اشعه x خسارت شدیدتری به کروموزوم وارد می‌سازد و اصولا برای بذرها به کار می‌رود. اشعه گاما حاصل از کبالت رادیواکتیو خسارت کمتری وارد ساخته و برای پرتوتابی تمام گیاهان و تمام قسمت‌های گیاهی از قبیل دانه گرده به کار می‌رود. دز اشعه با شدت پرتوتابی و طول مدت در معرض قرار گرفتن تعیین می‌گردد که بر حسب رونتگن بیان می‌شود و مقیاسی از یونیزاسیونی است که اعمال می‌شود. اگر این یونیزاسیون در نزدیکی یک کروموزوم اتفاق بیفتد باعث شکستن پیوندهای شیمیایی و ایجاد تغییرات در کروموزوم می‌شود.
جهش زایی شیمیایی: به دلیل ساده‌تر بودن کاربرد و پایین بودن آثار زیانبخش این مواد کاربرد وسیعتری نسبت به پرتوتابی دارند مهمترین ماده اتیل متان سولفانات EMS است که یک ماده آلکالوئیدی و فوق العاده سمی‌است. بذرها و جوانه‌ها، ریشه‌ها و قلمه‌ها (به میزان خیلی کمتر نسبت به بذرها)، را می‌توان با آن تیمار کرد. تیمار با این ماده راحت‌تر بوده و نسبت به استفاده از اشعه x کم هزینه‌تر است و نیازی هم به دستگاه ندارد. این مواد بیشتر برای جهش‌های ژنی به کار می‌روند و برای ناهنجاری‌های کروموزومی‌استفاده نمی‌شوند. باید مدنظر داشته باشیم که هدایت جهش با هر دو روش برای تولید نوع خاصی از جهش امکان پذیر نیست. از مواد شیمیایی جهش‌زای دیگر می‌توان به آکریدین‌ها، استرپتومایسین، نمک‌های فلزات سنگین، دی اتیل سولفانات DMS، اتیلن آمین EI و اتیل نیتروزواورتان ENU، اتیل نیتروز اوره ENH و متیل نیتروز اوره MNH اشاره کرد.

www.modaresanesharif.ac.ir

مواد گیاهی مورد استفاده برای تیمار با مواد جهش‌زا

ـ گیاهچه یا گیاهان که به کمک اشعه x و یا اشعه گاما برای گیاهان کوچک استفاده می‌شوند.

ـ بذر رایج‌ترین ماده گیاهی برای تیمار است که از هر دو نوع مواد جهش‌زا برای تیمار آن استفاده می‌شود و از دلایل ترجیح بذر می‌توان به کنترل عوامل محیطی از قبیل میزان رطوب، دما و سطح اکسیژن که با به کارگیری بذر راحت‌تر صورت می‌گیرد اشاره کرد و اینکه تعداد زیادی بذر را می‌توان در هر دفعه تیمار کرد و می‌توان بدون ایجاد خسارت این بذرها را انبار نمود. برای رسیدن به حداکثر جهش در پرتوتابی باید حدود ۵۰% بذرها از بین بروند (LD_{50}).

ـ دانه‌های گرده که توسط هر دو ماده جهش زا تیمار می‌شوند. مزیت استفاده از تیمار دانه گرده این است که تخم یا گیاهی که از آن به دست می‌آید برای هر تغییر ژنتیکی که در دانه گرده اتفاق می‌افتد خالص خواهد بود بر عکس تیمار بذر یا گیاهان کامل که منجر به تولید شیمر می‌شود. تنها مشکل در تولید کم دانه گرده زنده توسط برخی از گیاهان است و اینکه دوام دانه گرده خیلی کوتاه بوده و نمی‌توان در مدت زمان تیمار، گرده را زنده نگه داشت. دز تیمار گرده پایین‌تر از دز بذر است.

ـ تیمار کردن قلمه‌ها یا غنچه‌های انتهایی با اشعه یا مواد شیمیایی جهش‌زا صورت می‌گیرد و می‌تواند در تولید انواع جهش‌یافته‌ها در جوانه‌های تازه یا لپه‌ها موثر باشد. نکته مهم، تیمار کردن ناحیه مریستمی‌است که از آن اندام‌های رویشی به وجود می‌آیند. هر قسمتی از گیاه که قادر به ایجاد جوانه باشد مثل غده‌ها، ریزوم‌ها، قلمه‌ها، پیوندهای مریستم انتهایی ساقه یا انتهای دمبرگ را که پس از جدا شدن جوانه می‌دهد را می‌توان با عوامل جهش زا تیمار نمود. همه این بخش‌های گیاه دارای بافت مریستمی چندسلولی هستند که از یک سلول مریستمی‌منشا یافته‌اند. جهش در این سلول معمولاً در تمام ساختار گیاه حاصل از آن انتقال می‌یابد در حالی که اگر جهش در یک سلول درون بافت مریستمی‌ایجاد شود در قسمت‌ها و یا شیمرها تکثیر خواهد یافت برای همین تیمار با یک عامل جهش زا باید تا حدامکان در مراحل اولیه تشکیل جوانه انجام گیرد تا احتمال ایجاد شیمر را کاهش دهد. کاشت سلول سوماتیکی که از گل، ساقه، برگ یا بافت مریستم منشا یافته است منبع تنوع ژنتیکی است. جهش‌های القاشده در کشت بافت را تنوعات سوماکلونی می‌نامند که بسیاری از آنها وراثت پذیر نیستند و کاربرد اندکی دارند.

مثال۲: برای اینکه تغییر ژنتیکی ایجاد شده به صورت خالص باشد از کدام ماده گیاهی برای پرتو تابی استفاده می‌شود؟

۱) گیاهچه ۲) بذر ۳) دانه‌های گرده ۴) غنچه‌های انتهایی

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» فراوانی و نوع جهش بدست آمده با میزان مصرف ماده جهش زای به کار برده شده، نوع گونه، ژنوتیپ، میزان اکسیژن، میزان آب، درجه حرارت و شرایط قبل از تیمار متفاوت است. اگر تغییر ژنتیکی مورد نظر شامل تنها یک واحد خاص مانند تغییر در یک نوکلئوتید در جهش نقطه ای و یا گم شدن قسمتی از کروموزوم در کمبودها باشد یکبار قرار دادن در معرض ماده جهش زا برای مدت کوتاهی بسیار موثر است و زمانی که دو یا چند واحد همزمان باید تحت تاثیر قرار بگیرند مانند شکسته شدن دو کروموزوم برای یک جابجایی در معرض قرار دادن چند باره یا در معرض قرار دادن بلند مدت ترجیح داده می‌شود.

در بذرها، هدف عموما به کار بردن میزان مصرفی است که ۵۰٪ بذور جوانه زده و تولید گیاهی با بذرهای زنده بکند به این میزان مصرف LD_{50} می‌گویند.

افزایش سطح اکسیژن تمایل به خسارت گیاهان و کروموزوم‌های غیر طبیعی را متناسب با وفور جهش افزایش می‌دهد. تغییر در اثرات جهش توسط مقدار اکسیژن را نسبت افزایش اکسیژن می‌گویند. اثر مقدار آب مستقیما با مقدار اکسیژن ارتباط دارد. سطح بالای رطوبت مقدار اکسیژن را کاهش می‌دهد و پایین بودن سطح رطوبت مقدار اکسیژن را افزایش می‌دهد. درجه حرارت عامل مهمی‌در تیمار با مواد شیمیایی است که اثر آن در طول مدتی (نیمه عمری) است که یک ماده شیمیایی در گیاه واکنش می‌دهد.

مثال۳: دز اشعه پرتوتابی تحت‌تأثیر چه عواملی است؟

۱) شدت پرتوتابی و تراکم ماده گیاهی ۲) طول مدت در معرض قرار گرفتن و دمای محیط

۳) شدت پرتوتابی و طول مدت در معرض قرار گرفتن ۴) دمای محیط و تراکم ماده گیاهی

☑ **پاسخ:** گزینه «۳»

مثال۴: اگر تغییر ژنتیکی مورد نظر ایجاد شده با موتاسیون شامل یک جا بجایی باشد به نظر شما کدام یک از موارد زیر صحیح است؟

۱) یکبار قرار دادن در معرض ماده جهش زا برای مدت زیاد ۲) یکبار در معرض ماده جهش زا قرار دادن بلند مدت

۳) چند بار در معرض ماده جهش زا قرار دادن بلند مدت ۴) یکبار قرار دادن در معرض ماده جهش زا برای مدت کوتاهی

☑ **پاسخ:** گزینه «۲»

جهش‌های مهم در اصلاح نباتات

ژن‌های موتانت پاکوتاهی در سورگوم که مثالی از جهش خودبه خودی است که برای اولین بار یک بوته موتانت پاکوتاه در رقم میلو پیدا شد. بعدها موتانت پاکوتاه دیگری از مزرعه پاکوتاه میلو پیدا شد که به آن پاکوتاه دوبل گفته شد این موتانت‌های سورگوم دارای یک، دو و سه ژن مغلوب برای پاکوتاهی بودند. این ارقام دارای قدرت حیات و تولید زیاد بوده و برداشت مکانیزه آن راحت است.

www.modaresanesharif.ac.ir

فصل شانزدهم

«اصلاح گیاهان زراعی خودبارور»

اصلاح گندم

گندم اولین غله و مهمترین گیاه زراعی دنیا است. اهمیت آن به لحاظ ویژگی گلوتن آن است که بخش چسبنده پروتئین آندوسپرم است که موجب ورآمدن خمیر می‌شود. فقط گندم و با وسعت کمتری چاودار وتریتیکاله این خصوصیت را دارا هستند. جنوب غربی آسیا منشا گندم است. گونه‌تریتیکوم در سه گروه پلوئیدی متشکل از ۱۱ عدد دیپلوئید ($2n=2x=14$) و ۱۱ عدد تتراپلوئید ($2n=4x=28$) و ۶ عدد هگزاپلوئید ($2n=6x=42$) تقسیم‌بندی می‌شوند. فقط دو گونه گندم نان هگزاپلوئید T. aestivum و گندم دوروم تتراپلوئید T. turgidum مهم هستند که در صنایع ماکارونی به کار می‌رود. گونه وحشی تتراپلوئید T. timopheevii منبعی از نرعقیمی سیتوپلاسمی است که در اصلاح گندم به کار رفته است.تریتیکاله گونه‌ای بشرساز که از تلاقی AABB گندم با ژنوم RR چاودار حاصل شده است. تلاشهای گسترده اصلاحی برای‌ترکیب کروموزوم‌های گندم و چاودار جهت تشکیل یک آلوپلوئید مصنوعی به ایجاد گیاه غله جدیدی به نام‌تریتیکاله منجر شد.تریتیکاله یک گیاه زراعی خودگشن است که برای عملکرد دانه کشت می‌شود. در ایجادتریتیکاله اشکال تتراپلوئید، ($2n=4x=28$)، هگزاپلوئید از ($2n=6x=42$) و اکتاپلوئید ($2n=2x=56$) ساخته شده است. اشکال هگزاپلوئیدتریتیکاله ازترکیب ژنوم‌های AB گندم تتراپلوئید ($2n=2x=28$) با ژنوم R چاودار و اشکال اکتاپلوئید آن ازترکیب ژنوم‌های ABD گندم هگزاپلوئید ($2n=6x=42$) با چاودار ایجاد می‌شود. اشکال هگزاپلوئید خصوصیات زراعی بهتری نسبت به اشکال اکتاپلوئید برخودار بوده و عموما به همین دلیل‌ترجیح داده می‌شوند.تریتیکاله تتراپلوئید بیشتر برای مطالعات گیاه شناسی کاربرد دارد و زراعی نیست. T. turgidum دارای ژنوم AABB و T. timopheevii دارای ژنوم AAGG است. گندم نان AABBDD یک آلوهگزاپلوئید است که از تلاقی T. turgidum با T. tauschi با ژنوم DD حاصل آمده است.

مثال۱: گندم نان یک آلوهگزاپلوئید است که از تلاقی ..... با ژنوم DD از ..... حاصل آمده است.

۱) T. tauschi _ T. timopheevii
۲) Ae. speltoides – T. turgidum
۳) T. tauschi _ T. turgidum
۴) Ae. speltoides _ T. timopheevii

☑ **پاسخ:** گزینه «۳»

کروموزوم گندم هگزاپلوئید به هفت گروه همیولوگ تقسیم می‌شود. هر گروه دارای سه کروموزوم جزئی همولوگ است که یک کروموزوم از هر کدام از ژنوم‌های A، B و D را دارا می‌باشد. سه کروموزوم داخل گروه همیولوگی ABD غالبا دارای مکان‌های ژنی مشترک برای یک صفت خاص می‌باشند. در طبیعت گندم‌های تتراپلوئید و هگزاپلوئید مانند دیپلوئید تولیدمثل می‌کنند و خصوصیت جفت شدن دیپلوئیدی شان را از یک آلل غالب Ph_1 بر روی کروموزوم 5B کسب کرده اند. در حضور ژن Ph_1 هر کروموزوم فقط با کروموزوم همولوگ آن در همان ژنوم جفت می‌شود. در غیاب این ژن ممکن است یک کروموزوم با یک کروموزوم همیولوگ متعلق به ژنوم دیگر جفت شود.

بسیاری از گونه‌های وحشی‌تریتیکوم دارای ژن‌های مقاومت به تنش مثل سرما، گرما، خشکی و غیره هستند که برای تکمیل نمودن ژن‌های مقاومت در گندم زراعی سودمند می‌باشند. با وجود اینکه بعضی از گونه‌های وحشی در جنس‌تریتیکوم و جنس‌های خویشاوند نزدیک به راحتی با گندم زراعی تلاقی می‌یابند اما سایر گونه‌های وحشی به سختی با گندم زراعی تلاقی می‌یابند. اگر ژن مورد نظر برای مقاومت به یک شرایط تنش خاص در یک گونه خویشاوند شناسایی شد می‌توان با جایگزینی کروموزوم بیگانه آن را به داخل گندم زراعی منتقل کرد. نژادی که دارای کروموزوم بیگانه است را لاین جایگزین شده بیگانه یا Alien substitution line می‌نامند.

در گندم به کارگیری روش‌های زیست شناسی مولکولی از پیشرفت کمتری نسبت به بعضی از گونه‌های تک لپه‌ای مثل برنج و یا گونه‌های دولپه‌ای مثل سویا برخوردار بوده است. در کشت پروتوپلاست مشکل خاص گندم مساله باززایی گیاه از پروتوپلاست است. همچنین تهیه نقشه پلی مورفیسم قطعات طولی محدود شده RFLP ژنوم گندم به لحاظ تعداد کروموزوم‌های زیاد و همچنین تکرار توالی‌های DNA در پلی پلوئید گندم مشکل است.

www.modaresanesharif.ac.ir

مثال ۲: محل قرار گرفتن و کار ژن Ph_1 چیست؟

۱) 5B ـ جفت شدن هر کروموزوم با کروموزوم همولوگ آن در همان ژنوم
۲) 5D ـ جفت شدن هر کروموزوم با کروموزوم همیولوگ آن در همان ژنوم
۳) 5B ـ جفت شدن هر کروموزوم با کروموزوم همیولوگ آن در همان ژنوم
۴) 5D ـ جفت شدن هر کروموزوم با کروموزوم همولوگ آن در همان ژنوم

☑ **پاسخ:** گزینه «۱»

تنوع ژنتیکی گندم

گندم‌های زراعی نان و دوروم به طور فوق العاده‌ای در صفات فیزیولوژیک که ارقام مختلف گندم را برای تولید در دامنه وسیعی از محیط‌های اقلیمی سازگار می‌نماید و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی گلوتن دانه گندم که در محصولات غذایی متنوعی مورد استفاده است متنوع است. صفات فیزیولوژیک عموما در ارتباط با نیازمندی به بهاره‌سازی، تحمل به سرمای زمستان و عکس‌العمل به طول روز می‌باشند.

نیازمندی به بهاره‌سازی مشخص‌کننده عادت رشدی گندم است که از نوع بهاره یا زمستانه باشد و از جمله صفات مهم گیاهی در تعیین نوع گندم برای کاشت در نواحی معینی از جهان می‌باشد. در نوع زمستانه نیاز به یک دوره بهاره سازی قبل از گلدهی وجود دارد. خصوصیت دیگر توانایی تحمل به درجه حرارت‌های یخزدگی است. نیاز به بهاره‌سازی و زنده ماندن در تنش یخ زدگی در ژنوم‌های مختلف گندم فرق می‌کند. گندم به‌طور غالب در نیمکره شمالی و حدود عرض جغرافیایی شمالی بین ۲۵ تا ۶۰ درجه کشت و کار می‌شود. گندم زمستانه در مناطقی که دمای زمستان جهت برآوردن نیاز بهاره‌سازی پایین است کشت می‌شود. گندم‌های بهاره در فصل بهار و تابستان در شمال مناطق کشت گندم زمستانه کشت می‌شوند. ارقام بهاره به طول روز حساس بوده و با کاهش طول روز به گل می‌نشینند.

گلدهی و گرده‌افشانی گندم

گل آذین گندم به‌صورت تک سنبله‌ای حاوی سنبلچه‌هایی است که در محل گره‌ها به وجود می‌آیند و در هر سنبلچه ۲ تا ۵ گل تشکیل می‌شود که به وسیله یک جفت گلوم احاطه شده اند. هر گل دارای سه پرچم، یک کلاله پر مانند و یک تخمدان است. گندم گیاهی خودگشن است که در آن پس از باروری دانه ایجاد می‌شود. گلدهی چند روز پس از ظهور خوشه از داخل غلاف شروع می‌شود. ساقه اصلی زودتر از ساقه‌های حاصل از پنجه زنی گل می‌دهد. ۲ الی۳ روز برای گلدهی یک خوشه نیاز است. معمولا در خلال گلدهی گلوم‌ها باز بوده و بساک‌ها از گلوم‌ها خارج شده و قسمتی از گرده‌ها در خارج از گل‌ها پراکنده می‌شود. وقتی گل باز است ممکن است گرده بیگانه وارد شود (۱ تا ۲ درصد دگرگرده افشانی). در تلاقی با والد دیگر در گندم گرده افشانی یک تا دو روز بعد از اخته کردن یا پاشیدن گرده‌های یک بساک رسیده بر روی کلاله انجام می‌گیرد.

مثال ۳: وضعیت گلدهی ساقه‌ها و مدت زمان گلدهی در گندم چگونه است؟

۱) ساقه‌ها همزمان با هم گل می‌دهند. ۲ الی۳ روز برای گلدهی یک خوشه نیاز است
۲) ساقه‌ها همزمان با هم گل می‌دهند. ۴ الی۶ روز برای گلدهی یک خوشه نیاز است
۳) ساقه اصلی زودتر از ساقه‌های حاصل از پنجه زنی گل می‌دهد. ۲ الی۳ روز برای گلدهی یک خوشه نیاز است
۴) ساقه اصلی زودتر از ساقه‌های حاصل از پنجه زنی گل می‌دهد. ۴ الی۶ روز برای گلدهی یک خوشه نیاز است

☑ **پاسخ:** گزینه «۳»

روش‌های اصلاحی

روش‌های اصلاحی گندم شامل وارد کردن و جمع آوری ژرم پلاسم، انتخاب لاین خالص، هیبریداسیون، ایجاد رقم هیبرید، تلاقی برگشتی و روش اصلاحی مولتی لاین است. هیبریداسیون روش اصلی اصلاح برای ایجاد ارقام جدید در گندم است. در زمانی که اصلاح گندم در مرحله ابتدایی بود بسیاری از ارقام با شناسایی و تکثیر ژنوتیپ‌های برتری که از ارقام و نژادهای محلی و بومی مخلوط انتخاب شدند ایجاد گردید. امروزه با توزیع ارقام لاین خالص اصلاح شده با عملکرد بالا در همه مناطق گندم خیز دنیا انتخاب به ندرت باعث جداسازی یک ژنوتیپ جدید می‌شود. نقش هیبریداسیون در تلاقی ژنوتیپ‌های متنوع و ایجاد جوامع هیبرید که از آن‌ترکیبات جدید ژن‌ها گزینش می‌شوند بارز است.

گندم هیبرید

ایجاد گندم هیبرید اولین بار با شناسایی نرعقیمی سیتوپلاسمی و ژن‌های بازگرداننده باروری امکان پذیر شد. نرعقیمی از اثر متقابل ژن‌های هسته‌ای *T. aestivum* با سیتوپلاسم *T. timopheevii* ناشی می‌شود. باروری توسط ژن‌های *T. timopheevii* و منابع دیگر بازگردانیده می‌شود. استفاده از این روش برای تولید گندم هیبرید مشتمل بر ایجاد و نگهداری لاین‌های R یا بازگرداننده باروری و تلاقی لاین‌های A با لاین‌های R برای تولید تجاری بذر هیبرید می‌باشد. علاوه بر مدل دو ژنی برای بازگردانیدن باروری ژن اصلی سومی به همراه ژن‌های فرعی زیادی نیز در محیط تنش دار لازم است که در این حالت آثار ژن‌ها به صورت تجمعی است و درجات متفاوتی از بازگردانیدن باروری بسته به ژن‌های تغییردهنده و آثار متقابل با محیط، نشان می‌دهند. علاوه بر این از عوامل هیبرید کننده شیمیایی که از تولید دانه‌های گرده در والد مادری جلوگیری می‌کند استفاده می‌شود.

www.modaresanesharif.ac.ir

به دو دلیل در گندم تولید هیبرید رایج نیست:
۱ـ هتروزیس مشارکتی در اندازه افزایش عملکرد در این گیاه مانند گیاهان زراعی دگرگشن مثل ذرت ندارد.
۲ـ تشکیل بذر اندک در دگرگرده افشانی برای تولید بذر در مزرعه سبب افزایش هزینه‌های تولید بذر هیبرید برای زارع می‌گردد و همچنین در استفاده از این روش زمان زیادتری نسبت به ارقام مرسوم حاصل از هیبریداسیون صرف می‌شود.

مثال ۴: دلایل عدم موفقیت تولید هیبرید در گندم کدام است؟

۱) خودگرده افشان بودن و نبود سیستم‌های دگرگرده‌افشانی
۲) تشکیل بذر اندک و خودگرده‌افشان بودن
۳) تأثیر کم هتروزیس و خودگرده‌افشان بودن
۴) تاثیر کم هتروزیس و تشکیل بذر اندک

☑ **پاسخ:** گزینه «۴»

اهداف اصلاحی در گندم

هدف اصلاح‌کننده گندم ایجاد ژنوتیپ‌های اصلاح شده جدید در ساختارهایی است که در ظرفیت عملکرد بیشتر، افزایش پایداری عملکرد و افزایش کیفیت محصول نقش دارند. ظرفیت عملکرد از این نظر که میزان محصول برداشتی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد اهمیت دارد. پایداری عملکرد با بلوغ مناسب و مقاومت به ورس و خشکی و عوامل بیماریزا و غیره افزایش می‌یابد. کیفیت محصول جهت اطمینان از بالاترین ارزش بازاری برای محصول برداشت‌شده مهم می‌باشد. اکثر ارقامی که امروزه به عنوان عملکرد بالا شناخته می‌شوند از به کار گیری ژن‌های پاکوتاه ناشی شده اند که کاهش ارتفاع داشته و به لحاظ توانایی پنجه دهی و افزایش عملکرد دانه در هر خوشه عملکرد بالا دارند. در بسیاری از طرح‌های اصلاح گندم انتخاب برای قامت کوتاه با انتخاب برای بی تفاوت بودن نسبت به طول روز همراه است که باعث می‌شود ارقام در عرض جغرافیایی و فصول مختلف کشت شوند.

مقاومت به ورس

خسارت به دانه‌ها در گندم ورس کرده از طریق کاهش در تولید مواد فتوسنتزی به دلیل در سایه بودن، اختلال در نقل و انتقال مواد فتوسنتزی یا از بیماری ایجاد می‌شود. اصلاح برای مقاومت به ورس از طریق ایجاد ارقام با سیستم ریشه‌ای قوی و سالم، ساقه قوی و کوتاه امکان‌پذیر است. با ادغام ژن‌های پاکوتاهی که سبب کاهش قامت گیاه می‌شود ساقه کوتاه‌تر به وجود می‌آید. ژن‌های کاهش‌دهنده ارتفاع در گندم با علامت Rht نشان داده می‌شود. حدود ۲۰ ژن Rht از منابع مختلف شناسایی شده است که همگی از مواد معرفی شده ساقه کوتاه ژاپنی منشا می‌یابند. ژن‌های Rht_1 و Rht_2 از ارقام ژاپنی و Rht_8 از ارقام یوگسلاوی در طرح‌های اصلاحی استفاده شده است. کاربرد ژن Rht_8 به لحاظ کاهش کمتر درتراکم و وزن دانه افزایش یافته است. به بوته‌های دارای‌ترکیبی از دو ژن پاکوتاهی پاکوتاه‌های مضاعف گفته می‌شود که کوتاهتر بوده و پنجه‌های بیشتری در مقایسه با پاکوتاه‌های منفرد که فقط یک ژن Rht دارند تولید می‌کنند. ژن Rht_1 بر روی کروموزوم ۴A و ژن Rht_2 بر روی کروموزوم ۴D قرار دارد.

مثال ۵: کدام‌یک از ژن‌های Rht دارای کاربرد بیشتری در برنامه‌های اصلاحی در گندم است؟

۱) Rht_1 ۲) Rht_2 ۳) Rht_8 ۴) Rht_3

☑ **پاسخ:** گزینه «۳»

کیفیت

کیفیت در گندم به خصوصیات زیادی از دانه گندم که در استفاده برای محصولات خاصی موثر است اطلاق می‌گردد. این خصوصیات در رقم ارثی است. ضمن اینکه به شدت تحت‌تأثیر محیطی که در آن کشت می‌شود قرار دارد. ارقام سخت گندم نان دارای گلوتنی قوی و بافت دانه سخت می‌باشند. آرد ارقام مختلف گندم سخت در ظرفیت برای عملکرد آرد، جذب آب، شاخص اندازه ذرات، مدت زمان مخلوط شدن خمیر و سایر اجزای کیفی فرق دارند.
گندم‌های نرم دارای آرد ابریشمی و ظریف آسیاب‌شده که قدرت گلوتنی ضعیفی داشته و برای محصولات شیرینی‌پزی استفاده می‌شود. گندم‌های نرم عموما به مناطقی که بارندگی بیشتری دارند در مقایسه با گندم‌های سخت سازش یافته که با پروتئین کمتر و گلوتن ضعیف‌تر همراه می‌باشند و آرد این ارقام همانند گندم‌های سخت در خصوصیات آسیاب شدن و پخت متفاوت هستند.
گندم دوروم بیشترین سختی را داشته و برای تولید محصول زبر و گرانولی سمولینا و جهت ساختن ماکارونی و اسپاگتی استفاده می‌شود. از این آرد برای ساختن ندول‌ها نیز استفاده می‌شود. ارقام گندم دوروم در خصوصیات آسیاب شدن و پخت که عموماً به طور ژنتیکی کنترل‌شده و قابل اصلاح است فرق دارند.
پروتئین‌های گندم عبارتند از: آلبومین که محلول در آب بوده و گلوبولین که محلول در نمک طعام است. این دو پروتئین غیرذخیره‌ای بوده و بیشتر در گیاهک و پوسته وجود دارند. گلایادین (پرولامین) محلول در الکل اتیلیک و گلوتنین محلول در اسید استیک که این دو از نوع پروتئین‌های ذخیره‌ای بوده و در دانه وجود دارند.

اصلاح جو

جو Hordeum vulgar یکی از غلات مهم جهان است که به‌عنوان غذا مورد استفاده بشر و حیوانات قرار می‌گیرد. این گیاه علفی متعلق به خانوادهٔ گندمیان بوده و دارای انواع زراعی و وحشی می‌باشد. خاستگاه واقعی جو هنوز ناشناخته است اما بسیاری از محققین برجسته خاستگاه این گیاه را کوه‌های زاگرس در غرب ایران، آناتولی جنوبی و فلسطین می‌دانند. بر پایه نظریه واویلوف مبدأ جو ریشک دار و غلاف دار کشور اتیوپی و شمال آفریقا و مبدا جو

www.modaresanesharif.ac.ir

بدون ریشک، ریشک کوتاه و کلاهک‌دار آسیای جنوب شرقی بویژه چین، ژاپن و تبت است. جو گیاهی خودبارور و دیپلوئید است ۲n =۱۴ و دارای کروموزم‌های نسبتاً بزرگی است که به راحتی شناخته می‌شود.

جو از خانواده گرامینه، تیره Hordeae جنس Hordeum گونه Sativum است که دارای حدود ۳۰ گونه مختلف می‌باشد. قدیمی‌ترین تقسیم بندی Hordeum به زمان لینه یعنی سال ۱۷۵۳ بر می‌گردد که این جنس به هشت گونه تقسیم شد. پنج تیپ زراعی شامل H. vulgar، H. disticum، H. zeocrithon، H. nudum و H. esaticum و سه تیپ *وحشی* شامل H. Bulbosum، H. murinum و H. gubatum است.

جو با نام علمی Hordeum Vulgare دارای قدمتی معادل کشاورزی است که سابقه آن به پنج تا هفت هزار سال قبل از میلاد یا بیشتر بر می‌گردد. در بین گیاهان دانه ای، جو از وسیع‌ترین دامنه سازگاری برخوردار بوده است و در مقابله با تنش‌های خشکی، شوری و قلیایی بودن خاک از سایر غلات متحمل‌تر است. لذا بخش اعظم تولید جو در مناطقی صورت می‌گیرد که به واسطه آب و هوای نامطلوب برای تولید سایر غلات، مناسب نیست. سازگاری اکولوژیکی وسیع، قابلیت استفاده متعدد در تغذیه انسان و دام و تولید مالت با کیفیت مطلوب، عمده‌ترین عواملی هستند که موجب تداوم کشت و تولید جو در قرون متوالی را فراهم کرده اند. قدمت زیاد و سازگاری نسبت به شرایط نامساعد محیطی مانند فقر غذایی، شوری و خشکی، جو را به منزله گیاهی متناسب با شرایط سخت و متغیر دیم و محصولی نسبتاً مطمئن در عرصه اقتصاد خرده مالکی مبدل نموده است. از سوی دیگر مصرف روزافزون پروتئین حیوانی و تخریب رو به افزایش مراتع و گرایش دامپروران به سمت دامپروری صنعتی و نیمه صنعتی لزوم شناخت و بهینه سازی خصوصیات ارثی این گیاه مغذی را ضروری می‌سازد. جو از نظر کاشت به دو دسته تقسیم می‌شود جو بهاره و جو پائیزه. جو بهاره در بهار کشت می‌شود و احتیاج به سرمای زمستان ندارد و قبل از زمستان دانه می‌دهد در حالیکه جو پائیزه در پائیز کشت می‌شود و محتاج سرمای زمستان است.

مثال ۶: اولین خصوصیت اصلاحی در اصلاح جو کدام خصوصیت است؟

۱) سنبله‌هایی محکم و غیرشکننده ۲) مقاوت به ورس

۳) مقاومت به بیماری ۴) مقاومت به شرایط نامساعد محیطی

☑ **پاسخ:** گزینه «۱»

مثال ۷: کدام‌یک از گیاهان زیر نسبت به شرایط محیطی مقاوم‌تر و سازگارتر است؟

۱) گندم ۲) جو ۳) چاودار ۴) ذرت

☑ **پاسخ:** گزینه «۲»

تفاوت جو با گندم

ـ در نوع خوشه‌بندی که خوشه‌های گندم دارای دانه بندی متصل و جو دارای دانه‌بندی جدا از هم است.

ـ تفاوت دیگر در رنگ مزرعه کشت شده است. رنگ مزرعه جو کم رنگ‌تر است. البته باید دقت کرد که کود ازته می‌تواند تاثیر زیادی در رنگ داشته باشد.

ـ نوک برگ‌ها تفاوت جزئی با هم دارند و انتهای برگ جو گرد است.

ـ جوانه زدن بذر گندم از یک سمت بذر ولی در جو از دو سمت بذر است.

ـ بذر گندم عریان بوده ولی بذر جو پوشید است.

ـ متفاوت بودن محتوای بذر گندم و جو و وزن هزار دانه آنهاست.

مهمترین گونه‌های جو عبارتند از:

ـ جو شش ردیفه که خود دارای دو زیر گونه می‌باشد H. hexastichum که دارای دانه‌های پهن و کوتاه و تا حدی گرد می‌باشد و *H. vulgare* که دارای دانه‌های دراز و باریک است.

ـ جو دو ردیفه

در جو صفت دو ردیفه بودن به شش ردیفه بودن غالب است.

مشخصات زراعی جو

جو در مرحله جوانه‌زدن در برابر سرما حساس بوده و حداقل درجه حرارت جوانه زدن آن حدود ۱ تا ۹ درجه سانتی گراد می‌باشد، در نتیجه بایستی آنرا زودتر کشت نمود. در شرایط نامساعد جو در میان غلات سازگارتر می‌باشد. زیرا تمام ارقام جو ریشک دار بوده و ریشک آنها طویل می‌باشد. انتهای برگ جو گرد و پوست دانه آن چسبیده به دانه می‌باشد. شکل دانه جو بطری شکل و جنین در جو عمیق‌تر می‌باشد. نشاسته دانه جو فشرده‌تر از دانه گندم است. نیاز آبی جو در مرحله تولید جوانه بیش‌تر از گندم می‌باشد.

بیشتر گونه‌های جو دو ردیفه دارای پوسته نازک‌تر، تقارن بیشتر و یکنواخت اند و به همین جهت جوانه زدن آنها طی مراحل تولید مالت یکنواخت‌تر است و بنابراین برای تولید مالت و عصاره مالت مناسب‌تر است.

جو گیاهی سرما دوست و روز بلند است ولی تمام ارقام جو در ایران نسبت به طول روز بی تفاوت‌اند. جو قدرت پنجه‌زنی و رشد رویشی زیادی دارد و استحکام ساقه آن کم است. طول ساقه در اثر کمبود نور به شدت طویل می‌شود و به همین جهت بسیار حساس به خوابیدگی می‌باشد. رشد و توسعه جو در

www.modaresanesharif.ac.ir

شرایط معمولی مشابه گندم و سبز شدن آن ۸ تا ۱۲ روز پس از کشت صورت می‌گیرد. تعداد ریشه‌های جنینی در جو بسته به رقم، اندازه دانه و شرایط رشد و نمو ۵ تا ۸ عدد می‌باشد. تعداد ریشه‌ها در دانه‌های بزرگ بیش‌تر از دانه‌های کوچک است که یک یا تعدادی از آنها به طور عمودی و تا عمق ۲ متر در خاک نفوذ می‌کنند و بقیه در اطراف به طور جانبی در عمق ۴ سانتی‌متری خاک گسترش می‌یابند. در شرایطی که بذر در حد متعادل کشت می‌شود هر بوته دارای ۳ تا ۵ پنجه می‌باشد.

اولین جرقه‌های اصلاح جو وجود تغییر در محور سنبله جو بود. یعنی بدست آوردن سنبله‌هایی محکم و غیر شکننده که این تغییر لازمه برداشت تمام سنبله‌ها بود. این صفت در واقع توسط دو ژن مکملی Bt_1 و Bt_2 کنترل می‌شود.

بسیاری از واریته‌های تجاری جو امروزه با استفاده از روش شجره‌ای اصلاح شده اند و این دلالت بر اهمیت این روش در اصلاح گیاهان خودگشن دارد. اصلاح‌کنندگان با مشاهده صفات ظاهری، گیاهان مورد نظر خود را در بین جمعیت‌های در حال تفکیک طی چهار تا پنج نسل اول خود گشنی انتخاب می‌کنند. کارایی انتخاب این روش مشاهده‌ای بستگی به مهارت اصلاح‌کننده دارد که بتواند به روش صحیحی بروز فنوتیپی جوامع را از هم تشخیص دهد و توارث پذیری آنها را مدنظر داشته باشد.

مثال ۸: اخته و تلاقی در گیاه جو در چه مرحله‌ای انجام می‌گیرد؟

۱) در اواسط مرحله خوشه دهی و پس از باز شدن گل‌ها در خوشه‌ها

۲) در انتهای مرحله خوشه دهی زمانی که کلاله آماده دریافت گرده است

۳) در شروع مرحله خوشه دهی و زمانی که اندکی از خوشه از درون برگ پرچم بیرون آمده باشد

۴) در اواسط تا انتهای مرحله خوشه دهی پس از باز شدن گل‌ها در خوشه‌ها

☑ **پاسخ:** گزینه «۳»

مثال ۹: کدام یک از گزینه‌های زیر با گل آذین جو مطابقت دارد؟

۱) گل آذین جو چند سنبله‌ای دارای سنبلچه‌هایی است و در هر سنبلچه ۱ تا ۳ گل تشکیل می‌شود.

۲) گل آذین جو تک سنبله‌ای حاوی سنبلچه‌هایی در محل گره‌ها است که هر سنبلچه حاوی ۲ تا ۵ گل است.

۳) گل آذین جو به صورت خوشه گلی است که از سنبلچه‌ها با گل‌های منفرد تشکیل شده است.

۴) در گل آذین جو روی هرگره سه سنبلچه وجود دارد و هر سنبلچه دارای یک گل است.

☑ **پاسخ:** گزینه «۴»

روش‌های اصلاح جو

ـ انتخاب از بین ارقام محلی و واریته‌ها مانند روش لاین‌های خالص

ـ اصلاح از طریق دو رگ گیری یا هیبریداسیون

ـ اصلاح با استفاده از پدیده هتروزیس (تولید هیبرید)

ـ اصلاح از طریق موتاسیون

سلکسیون از بین ارقام محلی امروزه می‌تواند بخصوص در مناطقی که چنین ارقام طبیعی وجود دارند موفقیت آمیز باشد. با توجه به اینکه واریته‌های تجاری نیز مخلوطی از لاین‌های مختلف می‌باشند امکان سلکسیون بین آنها وجود دارد. با توجه به اینکه در تلاقی دو والد که دارای چندین صفت متفاوت می‌باشندترکیب‌های بسیاری به وجود می‌آید پیدا نمودن‌ترکیب‌های مورد نظر بعلت نادر بودن این صفات مشکل است. لذا برای موفقیت بیشتر از روش تلاقی برگشتی Back cross استفاده می‌شود. بدین‌ترتیب می‌توان صفات والدینی متعددی را در یک جا جمع نمود.

واریته‌های تجاری جو علاوه بر کیفیت و عملکرد زیاد دارای پایداری کافی و مقاومت در مقابل بیماری‌ها می‌باشند. برای ایجاد مقاومت در واریته‌های تجاری معمولاً از مقاومت ارقام وحشی مانند H. spontanoum و فرم‌های اولیه استفاده می‌شود.

عیب این ارقام این است که صفات نامطلوب زیادی را به همراه خود می‌آورند. لذا اعمال چندین تلاقی برگشتی ضروری می‌باشد. تا کنون آزمایشات فراوانی در زمینه ایجاد موتاسیون در جو بوسیله اشعه یونیزه کننده مانند ایکس، گاما و همچنین مواد شیمیایی مانند Ethyl Methane Sulfonat صورت گرفته است. مثلاً پرتو تابی با اشعه ایکس به میزان ۱۰۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ رونتگن باعث پیدایش موتاسیونهای متعددی در جو گردیده است.

در رابطه با ایجاد موتاسیون در جو باید توجه داشت که این موتانت‌ها می‌توانند به عنوان یک واریته مستقیماً مورد استفاده قرار گیرند. ولی بهتر است از آنها به عنوان والدین در تلاقی‌ها استفاده کرد. اگرچه تعداد واریته‌های جدید که تاکنون مستقیماً از طریق ایجاد موتاسیون در جو بوجود آمده اند چندان زیاد نیست. با توجه به اینکه از این طریق می‌توان والدین با صفات پرارزشی برای تلاقی‌ها ایجاد نمود لذا اهمیت و کارایی روش موتاسیون را برای اصلاح جو می‌توان توجیه نمود.

www.modaresanesharif.ac.ir