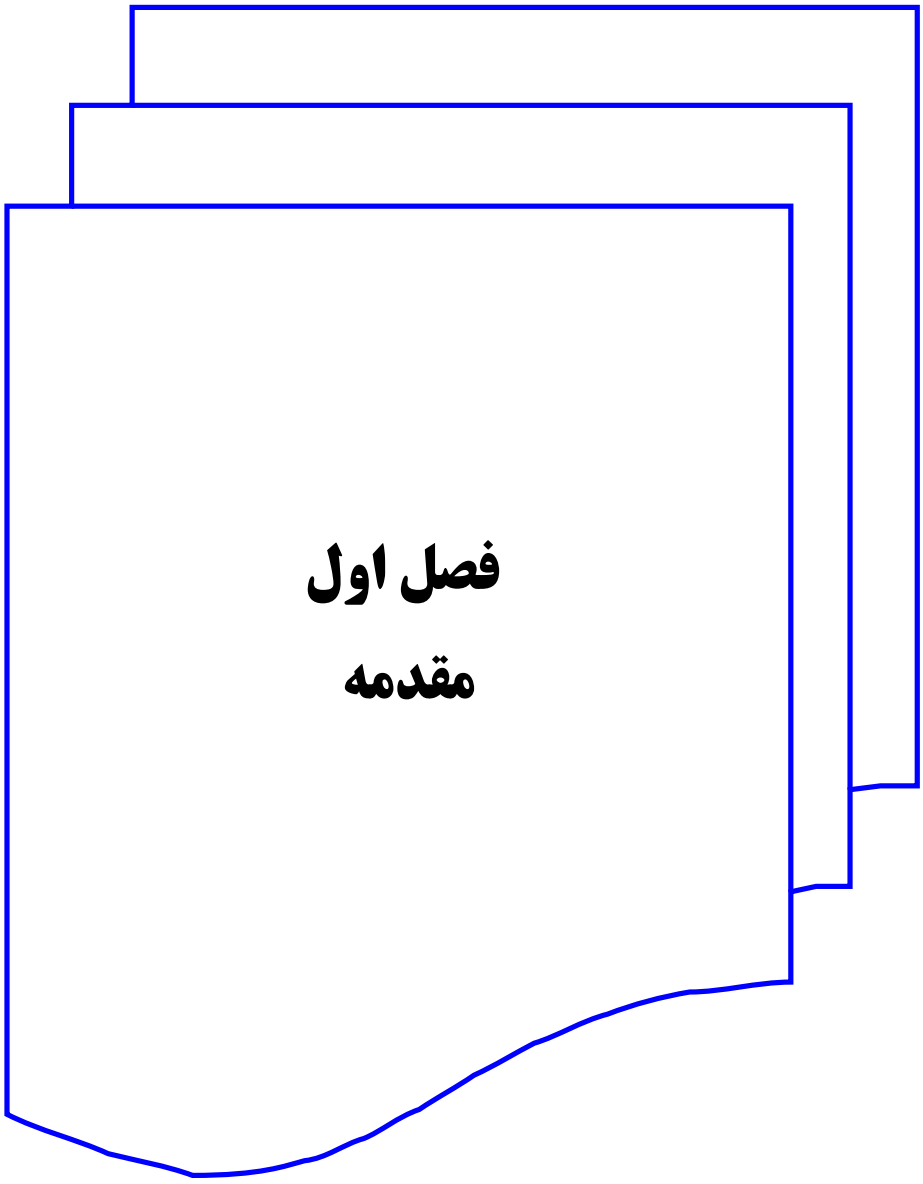

فصل اول

مقدمه

بیش از ۱/٤ تولیدات مواد غذایی جهان از غلات بویژه گندم می‌باشد (وین جونز[1] و همکاران، ۱۹۸٤). انرژی حاصل از غلات در کشورهای پیشرفته ۲۵ درصد و در ممالک در حال توسعه با درآمد سرانه بسیار کم ۸۵-۸۰ درصد می‌باشد (اولسون[2] و همکاران، ۱۹۸۷). بنابراین در جهان معاصر غلات بالخص گندم از محصولات استراژیک و مهم می‌باشند. گندم یکی از قدیمی‌ترین و پرارزش‌ترین گیاهان روی زمین است که در محدوده وسیعی از شرایط آب و هوایی رشد می‌کند و تقریبا ١٦ درصد اراضی دنیا را به خود اختصاص داده است. حدود ۱۸-۱۵ درصد مصرف غذایی مردم جهان را تشکیل داده است که منبع غذایی اصلی در بیشتر کشورهای جهان از جمله ایران است (آقایی و همکاران، ۱۳۸٤). سطح زیر کشت آن در ایران در سال ۲۰۰۸ برابر با ۹/۸ میلیون تن و در سال ۲۰۰۹ ، ۱۱/۸ میلیون تن برآورد گردید. یکی از مسائل مهم و قابل توجه در جهان شوری خاک است، حدود ۷ درصد از اراضی قابل کشت دنیا تحت تأثیر شوری قرار دارد و بیش از ۱/۳ این اراضی در قاره آسیا قرار گرفته که ایران بعد از شوروی سابق، چین، هند، پاکستان، در مقام پنجم قرار دارد و بیش از ۲۰ درصد اراضی کشور متأثر از این پدیده مضر است. گرچه عملیات و مدیریت آبیاری مناسب برای رفع مشکلات شوری ضروری است، اما به دلیل شور شدن تدریجی خاک و پائین بودن کیفیت آب آبیاری نیاز به اصلاح گیاهان زراعی با تحمل بیشتر به نمک وجود دارد و از آنجا که گندم منبع مهم غذایی است، مطالعه و نهایتاً بهبود تحمل به شوری در این محصول شایسته توجه بیشتری است. با ایجاد و اصلاح رقم های زراعی که تحمل بیشتری به شوری داشته باشند امکان بهره برداری بیشتری از زمین‌های شور در سراسر جهان حاصل می‌شود (آقایی و همکاران، ۱۳۸٤).

[1]. *Wyn Jones*
[2]. *Olson*

۱-۱- دورگ‌گیری

در قرن گذشته اوج موفقیت اصلاح‌گران در تجمع ژن‌های مفید با روش‌های اصلاح نباتات و سلکسیون برای دستیابی به ارقام پرمحصول غلات به انقلاب سبز مکزیک برمی‌گردد که افزایش چندین برابر محصول ارقام اصلاح شده گندم را به دنبال داشت. اما در مقابل این موفقیت دامنه تنوع ژنتیکی صفات کیفی و تحمل به تنش‌های محیطی در بسیاری از گونه‌های گیاهان اهلی از جمله غلات کاهش یافت لذا نیاز به جستجوی منابع خارج از گونه و حتی ارقام وحشی برای ترمیم ارقام زراعی پرمحصول از طریق هیبریدهای بین‌گونه‌ای و حتی بین جنس‌های خانواده‌ی گندم بر محققین اصلاح نباتات هویدا گردید که در آن‌ها هدف بهبود صفت یا صفاتی با انتقال از یک گونه و یا جنس به گونه و یا جنس دیگر است و بعضاً همراه با بروز صفات جدیدی است که در هیچ یک از دو گونه یا جنس نیست. اصولاً انتقال یک صفت با هیبریداسیون بین دو جنس به سادگی بین دو گونه نیست و برای افزایش احتمال رسیدن به نتاج دلخواه باید مراحل مختلف پلی‌پلوئیدی، خودگشنی، تلاقی برگشتی، انجام و برای آزمایشات سیتوژنتیکی و حتی موتاسیون‌های اجباری با مهارت‌های خاص روی نتاج حاصل از تلاقی‌های بین جنسی را بررسی نمود (اهدایی، ١٣٦٤). گندم اگرچه تا حدودی به شوری مقاوم است اما قابل کشت در تمام مناطق نیست. وجود پتانسیل مقاومت به شوری و قابلیت تلاقی گندم نان با خویشاوندان وحشی آن به دهه ١٩٦٠ بر می‌گردد. ایده ساخت ارقام مصنوعی (آمفی پلوئید) در گیاهان بویژه تیره غلات مدتهای طولانی مورد توجه گیاهشناسان، سیتولوژیستها، بیماری شناسان و به‌نژادگران گیاهی بوده و موضوع جدیدی نیست. نمونه عینی و موفق آن تریتیکاله (تلاقی گندم زراعی و چاودار وحشی) می‌باشد (شاهسوند حسنی، ١٣٧٨). در اواخر دهه چهارم ١٩٣٦، تشکیل مواد ژنتیکی گونه های وحشی از جنس تینوپایرم، به درون ژنوم گندم از طریق تلاقی‌های دور برای افزایش تنوع ژنتیکی در

گندم به منظور اصلاح برای مقاومت به بیماری‌ها، خشکی، شوری و دیگر صفات افزایش یافت (زیومل[1] و همکاران ۲۰۰۲). از آن جمله تولید آمفی‌پلوئید مصنوعی تریتی‌پایرم اولیه است. این غله مصنوعی از تلاقی ارقام زراعی گندم دوروم (AABB, 2n=4X=28) و گندم نان (AABBDD, 2n=6X=42) با ارقام وحشی دیپلوئید (E^bE^b, 2n=2X=14)، تولید F_1 عقیم و با استفاده از ماده کلشی‌سین منجر به ساخت تریتی‌پایرم هگزاپلوئید و اکتاپلوئید (AABBDDE^{b}E^b, 2n=8X=56 یا AABBE^{b}E^b, 2n=6X=42)، در دهه گذشته گردید (کینگ[2] و همکاران، ۱۹۹۷). اگر چه در غله جدید تریتی‌پایرم، بویژه ارقام هگزاپلوئید آن شواهدی محکم دال بر دارا بودن پتانسیل بالقوه مبنی بر ظهور به عنوان یک گیاه زراعی جدید و مقاوم به شوری دیده می‌شود، ولیکن این غله مصنوعی نوظهور دارای جزئی ناپایداری کروموزومی همانند تریتیکاله در اوان پیدایش خود به عنوان یک غله مصنوعی می‌باشد. همانگونه که صفات نامطلوب در آن گیاه به تدریج با کارهای اصلاحی مرتفع گردید به نظر می‌رسد که غلبه بر این صفات در این گیاه نیز امکان پذیر است (شاهسوند حسنی[3]، ۲۰۰۰). اکثر این صفات نامطلوب روی کروموزوم‌های ژنوم E^b قرار دارند که از طریق تلاقی لاین‌های اولیه با ارقام اصلاح شده گندم نان احتمال جایگزین شدن برخی کروموزوم‌های D با کروموزوم‌های E^b به شرط محفوظ ماندن صفت مقاومت به شوری امکان تولید ژنوتیپهای تریتی‌پایرم‌های ثانویه وجود دارد که صفات نامطلوب تریتی‌پایرم‌های اولیه را ندارند.

[1]. *Xiomel*
[2]. *King*
[3]. *Hassani*

۲-۱- سیتوژنتیک

اصلاح نباتات جهت انجام دستورزی ژنوتیپ‌ها به روش‌ها و اطلاعات سیتوژنتیکی نیاز دارد. این اطلاعات ممکن است در ارتباط با ساختمان مواد اصلاحی یا مربوط به لاین‌های پیشرفته و یا ارقام حاصل از برنامه اصلاحی باشد. این اطلاعات می تواند بر روی ساختار میکروسکوپی، تعداد کروموزوم‌ها (کاریوتیپ) و تنوع آنها و همچنین رفتار کروموزوم‌ها در طی انتقال، در بین نسل‌ها متمرکز شده باشد (سیبنگا[1]، ۱۹۹۲). در طی چند دهه گذشته، سیتوژنتیک سهم قابل توجهی در پیشرفت و گسترش علم ژنتیک، اصلاح نباتات و تکامل گیاهی داشته و امروزه منابع علمی مناسبی را در زمینه تحقیقات انجام شده در گیاهان زراعی و بویژه گندم فراهم ساخته است (دیسکول[2]، ۱۹۹۰، گوپتا[3]، ۱۹۹۲). در مطالعات مهندسی کروموزومی در موجودات زنده متافاز میتوز مناسبترین مرحله در تعیین عدد کروموزومی یوپلوئیدی یا آنیوپلوئیدی است که سلول‌های مریستم انتهای ریشه به دلیل سهولت دسترسی، مناسب بودن برای عمل آماده کردن و تهیه نمونه و نسبت بالای تقسیم سلولی بر دیگر بافتها ترجیح داده می شود (گوپتا، ۱۹۹۷). کروموزوم‌های گونه گندم زراعی و بسیاری از گونه‌های وحشی در نتاج تلاقی‌های بین گونه‌ای و بین جنس‌های خانواده گرامینه در تقسیم میوز و میتوز بوسیله روش هیبریداسیون DNA در محل از هم قابل شناسایی هستند. تکنیک هیبریداسیون DNA در محل بر روی کروموزوم‌های گیاهی توسط ریبورن و گیل[4] (۱۹۸۵) انجام گرفت. بنابراین استفاده از علم سیتوژنتیک کلاسیک و نوین، جهت تأیید صحت دورگ‌های حاصل از تلاقی گندم‌های نان و تریتی‌پایرم اولیه (F_1) و بررسی ساختار کروموزومی آنها به منظور اصلاح تریتی پایرم اولیه لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

---

1. *Sybenga*
2. *Driscoll*
3. *Gupta*
4. *Ryburn and Gill*

۳-۱- توارث پذیری

گام بعدی در این تحقیق، تعیین وراثت پذیری صفات در نسل‌های در حال تفرق F_1ها می‌باشد که بدین منظور نیاز به اندازه‌گیری برخی صفات مورفولوژیک والدینی، نسل اول، نسل دوم و نسل سوم و تجزیه و تحلیل آنها با برخی روش‌های آماری می‌باشد. وراثت پذیری یکی از مهم‌ترین خصوصیات یک صفت کمی است (ولی زاده، ۱۳۷۷) و نسبتی از تنوع فنوتیپی در جمعیت می‌باشد که توسط عوامل ژنتیکی ایجاد شده (اهدایی، ۱۳۷۹) و قسمتی از واریانس کل را شامل می شود که به اثرهای متوسط ژن‌ها مربوط است (ولی زاده، ۱۳۷۷). از وراثت پذیری برای بررسی سهم نسبی ژن‌ها و محیط در تنوع موجود در یک صفت استفاده می‌شود (اهدایی، ۱۳۷۹) که این عاملی است که درجه شباهت بین خویشاوندان را تعیین می‌کند، اما مهمترین نقش وراثت پذیری، پیش بینی حد اطمینان ارزش فنوتیپی افراد، به عنوان راهنمایی برای ارزش زادآوری آنها می‌باشد. فقط ارزش‌های فنوتیپی افراد است که مستقیماً قابل اندازه‌گیری است، اما ارزش زادآوری افراد تأثیرشان را در نسل بعدی نشان می‌دهند (ولی زاده، ۱۳۷۷). توارث پذیری به طور کلی به دو دسته وراثت پذیری عمومی و وراثت پذیری خصوصی تقسیم می‌شود که برای بررسی آن بایستی ابتدا تنوع را در صفت اندازه‌گیری و سپس واریانس را به اجزای تشکیل دهنده آن تقسیم نمود (اهدایی، ۱۳۷۹).

۴-۱- اهداف پژوهش

- برنامه دورگ‌گیری بین لاین‌های اولیه تریتی‌پایرم و ارقام گندم نان ایران برای تولید نتاج F_1 و بررسی ساختار کروموزومی دورگ‌های F_1 حاصل با روش‌های سیتولوژی کلاسیک و تکنیک هیبریداسیون DNA در محل

- تولید ژنوتیپ‌های ممکن تریتی‌پایرم ثانویه (NPSSTIG)[1] با خودگشنی یا تلاقی برگشتی نتاج F_1 به منظور اصلاح لاین‌های اولیه تریتی‌پایرم و گزینش انواع مطلوب با روش‌های سیتولوژی و سیتوژنتیک.

- محاسبه توارث پذیری برخی صفات زراعی ژنوتیپهای ممکن تریتی‌پایرم ثانویه (NPSSTIG) مانند تعداد پنجه، ارتفاع گیاه، طول ساقه، تعداد برگ، تعداد گره، فاصله میانگره، طول برگ پرچم و غیر پرچم، عرض برگ پرچم، تعداد خوشه، تعداد سنبلچه در سنبله، طول خوشه، طول ریشک و قطر سنبله.

1. New Potential secondary Salt Tolerant Tritipyrum Intregression genotypes.

فصل دوم

بررسی منابع

۱-۲- گندم و مسئله شوری خاک

۱-۱-۲- گندم و جایگاه آن

بیش از ۷۰٪ سطح زیر کشت نباتات در جهان به تولید غلات اختصاص دارد که از این بین، ۲۲٪ آن مربوط به کاشت گندم می‌باشد (آقایی و همکاران، ۱۳۸٤). گندم یکی از قدیمی‌ترین و پرارزش‌ترین گیاهان است که در محدوده وسیع آب و هوایی رشد می‌کند. حدود ۱۵ تا ۱۸ درصد مصرف غذایی مردم جهان را تشکیل داده که منبع غذایی اصلی در بیشتر کشورهای جهان از جمله ایران می‌باشد. سطح زیر کشت آن در ایران در سال ۲۰۰۸ برابر با ۹/۸ میلیون تن و در سال۲۰۰۹، ۱۱/۸ میلیون تن برآورد گردید. از نظر تغذیه‌ای نقش عمده‌ای در تأمین هیدرات کربن، پروتئین، ویتامین‌های مورد نیاز انسان دارد و به خاطر داشتن گلوتن، بهترین آرد و در نتیجه بهترین ارزش نانوایی را در بین غلات دارد (کوچکی و بنایان، ۱۳۷۲) . گونه گندم نان[۱] یک آلو هگزاپلوئید است که از هیبریداسیون گندم امر[۲] و گونه آجیلوپس اسکورزا[۳] بوجود آمده است. گونه گندم تتراپلوئید (AABB 2n=4x=28)، ژنوم A خود را از گندم دیپلوئید تریتیکوم یورآرتا[٤] دریافت و منشأ ژنوم B آن هنوز دقیقاً مشخص نشده است. در حال حاضر پیشنهاد شده که ژنوم B گندم پلی‌پلوئید، احتمالاً آجیلوپس اسپلتوئیدس[٥] است (مکای[٦]، ۱۹۹۳).

---

[1] . *AABBDD (2n=6x=42 Triticum. Aestivum)*
[2] . *emmer(Triticum turgidum 2n=4x=28,AABB)*
[3] . *Aegilops squarrosa (2n=2x=14,DD)*
[4] . *T.urartu (2n=2x=14,AA)*
[5] . *T.urartu (2n=2x=14,AA)*
[6] . *Makai*

۲-۱-۲- گیاهشناسی گندمیان

خانواده گندمیان، گیاهان علفی، یکساله، چند ساله و پایا هستند، ساقه ماشوره‌ای، برگهای دوسویه، فاقد دمبرگ و شامل زبانک می‌باشند. پهنک برگ نواری شکل و دارای رگبرگهای موازی و غلافی شکافدار است. گل آذین مرکب از سنبله‌هایی است که بوسیله دو گلوم پوشیده می‌شوند. سنبلک‌ها در سنبله مرکب و به صورت خوشه‌ای از سنبله‌های مجتمع می‌باشند. گل آذین آن را سنبله یا خوشه می‌نامند. در هر سنبله یک تا چند گل وجود دارد و هر گل بوسیله دو براکته مخصوص به نام گلومل محافظت می‌شود. ممکن است گلومل‌ها دارای ریشک و یا فاقد آن باشند. تعداد پرچم‌ها اغلب ۳ و به ندرت ٦ و یا یک عدد می‌باشد. مادگی دارای سه وجه متصل به هم، تخمدان یک خانه‌ای محتوی یک تخمک بوده و انتهای مادگی به کلاله دو شاخه پر مانند ختم می‌شود. میوه خشک، ناشکوفا و از نوع گندمه است (طاهر نژاد، ۱۳۸۵).

۳-۱-۲- شوری خاک

یکی از مسائل مهم و قابل توجه در جهان شوری خاک می‌باشد. حدود ۷ درصد اراضی قابل کشت دنیا تحت تاثیر شوری قرار دارند و بیش از ۱/۳ این اراضی در قاره آسیا است که بعد از شوروی سابق، چین، هند و پاکستان، بیشترین گسترش خاکهای شور در ایران است. اعتقاد بر این است که سطح اراضی تحت تأثیر شوری در ایران ۲۳/۵ میلیون هکتار بوده که حدود ١٤/٢ درصد از مساحت کل کشور را در بر می‌گیرد. اما مطالعات دقیق‌تر نشان می‌دهد که این مقدار بیشتر و حدود ۲۷ میلیون هکتار است که حدود ۵۰ درصد اراضی کشت آبی را شامل می‌شود (آقایی و همکاران، ١٣٨٤).

۱-۳-۱-۲- مقاومت به شوری

اصطلاح مقاومت برای تشریح کلیه ساز و کارهایی که در گیاه موجب یک مزیت انتخابی در طی تنش می‌شود به کار برده می‌شود. بر این اساس، ساز و کارهای مقاومت به تنش به دو دسته ساز و کارهای اجتناب از تنش که مانع قرار گرفتن در معرض تنش می‌شود و تحمل به تنش که اجازه می‌دهد گیاه در مقابل تنش ایستادگی کند، تقسیم می‌شود. تحمل به شوری را می توان تداوم رشد گیاهان در محیط حاوی نمک و یا ترکیبی از مخلوط نمکها تعریف نمود. واژه تحمل به معنی تحمل کردن و طاقت آوردن است، در حالی که واژه‌ی مقاومت برای کوشش جهت مقابله با تنش به کار برده می‌شود (آقایی و همکاران، ۱۳۸٤).

۲-۳-۱-۲- تحمل به شوری در میان خویشاوندان گندم

گندم اگر چه تا حدودی به شوری مقاوم است، اما قابل کشت در تمام مناطق نیست. خویشاوندان وحشی گندم دارای خزانه عظیمی از تنوع ژنتیکی بوده که پتانسیل بالقوه مهمی را برای استفاده از آنها در اصلاح گندم به منظور مقاومت به شوری فراهم می‌آورد (شاهسوند حسنی[1]، ۱۹۹۸، زیومل[2] و همکاران، ۲۰۰۲). در طول هزاران سال گیاهانی که به عنوان خویشاوندان وحشی گندم شناخته می‌شوند در معرض گرما، خشکی، سرما، شوری، انواع آفات و بیماریها مقاوم بوده‌اند. گونه‌هایی که تا امروز باقی مانده و به این تنش‌ها مقاومت نشان داده‌اند، دارای اساس ژنتیکی پایداری هستند (آقایی و همکاران، ۱۳۸٤) که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

[1]. *Sh. Hassani*
[2]. *Xiaomel*

۱-۲-۳-۱-۲- گونه‌های جنس آجیلوپس[۱]

یکی از نزدیکترین خویشاوندان وحشی و اجداد اولیه گندم نان آجیلوپس‌ها هستند. شباهت ژنوم آجیلوپس‌ها به گندم به قدری زیاد است که بسیاری از گونه‌های این جنس به جنس تریتیکوم[۲] متعلق گردیده‌اند. همچنین به نظر می‌رسد صفت تحمل به شوری در گندم نان از یک گونه آجیلوپس به نام تریتیکوم تاوشی[۳] منشأ گرفته است (آقایی و همکاران، ۱۳۸٤).

۲-۲-۳-۱-۲- گونه‌های جنس آگروپیرون[٤]

از دیگر خویشاوندان گندم که صفت تحمل به شوری را نشان می‌دهند و قادر به تلاقی با گندم می‌باشند گونه‌هایی از جنس آگروپیرون و تینوپایرم[٥] هستند. گراهام[٦] و همکاران (۱۹۸۵) گیاه دیپلوئید تینوپایرم بسارابیکوم[۷] را به عنوان یک گیاه متحمل به شوری زیاد معرفی کرده‌اند. در حقیقت این خویشاوند وحشی گندم قادر است تنش شوری کلرید سدیم را تا سطح ۳۵۰ مول در متر مکعب را تحمل نماید. این گیاه به عنوان یک تطبیق دهنده اسمزی معرفی شده است که قادر است تجمع یونهای سدیم و کلرید را تا حدی که برای تنظیم اسمزی برگها کافی باشد محدود نماید. گندم وحشی تینوپایرم از قبیله گندمیان یکی از منابع غنی ژنهای مؤثر در اصلاح گندم به شمار می‌رود که شامل حدود ۲۰ گونه گیاهی با سطح پلوئیدی مختلف از دیپلوئید تا دکاپلوئید می‌باشد. این گونه‌ها دارای ژنوم E^b با ترکیبی از ژنوم‌های E^b و E^e هستند. اغلب این گیاهان در اطراف اروپا و خطوط ساحلی اوراسیا توزیع شده‌اند. بسیاری از گونه‌های تینوپایرم مقاومت قابل

---

1. *Agilops. sp*
2. *Triticum*
3. *Triticum tauschii*
4. *Agropyrun*
5. *Thinopyrum*
6. *Gorham*
7. *Thinopyrum bessarabicum*

ملاحظه‌ای در برابر انواع بیماری‌ها و تنش‌های محیطی از جمله سرما، خشکی و سطوح بالای نمک دارند (السنگ[1] و همکاران، ۲۰۰۲).

۳-۲-۳-۱-۲- گونه‌های جنس جو[2]

جو نیز یکی دیگر از خویشاوندان گندم است که معمولاً تحمل به شوری بیشتری نسبت به گندم نشان می‌دهد و بعنوان یک والد بالقوه متحمل به شوری مطرح است. جو دارای پتانسیل بالایی برای اصلاح گندم است (تکتا[3]، ۲۰۰۵).

٤-۲-۳-۱-۲- گونه‌های جنس چاودار[4]

چاودار یکی دیگر از خویشاوندان گندم است که در برابر برخی تنش‌های محیطی از جمله شوری مقاومت بیشتری نسبت به گندم از خود نشان داده است. آمفی پلوئید مصنوعی تریتیکاله[5] با برتری در برخی صفات نسبت به گندم و چاودار از تلاقی این دو گونه بوجود آمده است. با توجه به پراکنش وسیع گونه‌های مهم خانواده گندمیان در ایران و بویژه در مناطق دارای خاکهای شور، بررسی داده‌های اقلیمی، تنوع صفات موفورلوژیک تحمل به شوری در بین و داخل گونه‌ها نشان داد که در حضور انتخاب طبیعی، تنوع قابل توجهی برای تحمل به شوری در خویشاوندان وحشی گندم نان ایجاد گردیده است که می‌تواند برای اصلاح ارقام گندم نان برای تحمل به شوری به کار برده شود. از آنجا که گندم منبع مهم غذایی انسان است، مطالعه و نهایتاً بهبود تحمل به شوری در این محصول شایسته توجه می‌باشد. با ایجاد و اصلاح ارقام زراعی که تحمل

---

1. *Ellneskog*
2. *Hordeum*
3. *Taketa*
4. *Secale*
5. *Triticale*

بیشتری به شوری داشته باشند، امکان بهره‌برداری بیشتری از زمین‌های شور در سراسر جهان حاصل می‌شود (آقایی و همکاران، ١٣٨٤).

۲-۲- دورگ گیری[1]

هیبریداسیون طبیعی شامل آمیزش موفق در طبیعت بین افراد دو جمعیت یا دو گروه از جمعیت‌هایی است که بر اساس یک یا تعدادی مشخصه قابل توارث، از هم قابل تشخیص هستند. بنابراین، این فرآیند شامل تلاقی بین افراد هم‌نوع اما نه تلاقی بین افراد با خزانه ژنی یکسان است. عبارت آمیزش موفق به معنی تولید نتاج F_1 زنده‌ای است که دارای مقداری باروری است. از دورگ‌گیری بین گونه‌ای و بین‌جنسی برای اصلاح گیاهان به منظور تغییرات مواد ژنتیکی بین گونه‌های مختلف یا تولید گونه‌های جدید استفاده می‌شود (فدک[2] و همکاران، ٢٠٠٥).

۱-۲-۲- عملیات دورگ‌گیری

۱-۱-۲-۲- نظام تولید مثل گیاه و تهیه پایه مادری

محل قرار گرفتن اندام‌های تولید مثلی نر و ماده و زمان رشد و نمو آن‌ها از موارد مهم در دورگ گیری مصنوعی می‌باشد. اندام ماده در یک گل دو جنسه معمولاً در زمان گرده‌افشانی حالت پذیرش دانه گرده را دارد. وقتی گلهای دو جنسه به عنوان پایه‌های مادری برای دورگ گیری مصنوعی استفاده می‌شوند، حذف دانه‌ی گرده بارور ضروری است. با تیمارهای مناسب می‌توان دانه‌ی گرده موجود در بساک را غیر فعال ساخته یا بالاجبار اقدام به حذف دستی بساکها نمود. تیمار بساکها با گرما، سرما و یا مواد شیمیایی برای غیر

---

[1]. *Hybridization*
[2]. *Fedak*

فعال کردن دانه گرده مورد استفاده قرار گرفته است. حذف بساکهای نابالغ از یک گل دو جنسه روشی مستقیم برای حذف گرده بارور است. یک روش شامل باز کردن یا حذف ساختمان در برگیرنده‌ی اندام‌های تولید مثلی و حذف بساکها با یک پنس، مداد و یا وسیله مناسب دیگر می‌باشد. تعداد بساکها در یک گل در میان بیشتر گونه‌ها متفاوت و بین ۱۰-۳ عدد می‌باشد. علاوه بر تهیه پایه مادری بوسیله اخته کردن لازم است تمهیدات لازم شامل القای گلدهی، همزمانی گلدهی، انتخاب والدین به منظور گرده‌افشانی، محافظت و ثبت مشخصات گلهای اخته و گرده‌افشانی شده و نهایتاً جمع آوری بذور F_1 در هر برنامه دورگ‌گیری منظور شود (زینالی، ۱۳۸۳).

۲-۱-۲-۲- القای گلدهی

گلدهی همزمان والدین مورد نظر برای تلاقی و آماده شدن همزمان گل‌ها برای دورگ‌گیری مصنوعی موفق از موارد عمده‌ی قابل ملاحظه در دورگ‌گیری مصنوعی است. شرایط محیطی که باعث تحریک گلدهی و توسعه گل به اندازه کافی می‌شوند، می‌توان در میان ژنوتیپ‌های داخل یگ گونه و همین‌طور بین گونه‌ها تفاوت وسیعی داشته باشد. عوامل محیطی اولیه که برای توسعه مناسب گل‌ها و موفقیت در تولید بذر شامل: نور، حرارت، رطوبت و حاصلخیزی خاک می‌باشند (زینالی، ۱۳۸۳).

۳-۱-۲-۲- همزمانی گلدهی

نخستین مرحله در دورگ‌گیری مصنوعی به دست آوردن گل‌های والد مادری آماده پذیرش گرده است، آن هم در زمانی که مقادیر کافی از دانه گرده بارور حاصل از پایه پدری موجود باشد. ممکن است برای همزمان کردن گلدهی والدینی که به طور طبیعی گلدهی همزمان ندارند تکنیک‌های خاصی مورد نیاز باشد، رایج‌ترین روش برای این کار، کاشت یک یا چند والد در تاریخ‌های مختلف است. فاصله‌ی بین تاریخ‌های

کاشت بستگی به اختلاف میان والدین از نظر زمان رسیدن و شرایط محیطی متوسط موجود در منطقه به ویـژه از نظر نور و حرارت دارند. رسیدن به فاصله مناسب نیازمند تجربه عملی است (زینالی، ۱۳۸۳).

٤-١-٢-٢- انتخاب والدین نر و ماده

در یک تلاقی بین دو والد، یکی از والدین باید به عنوان پایه مادری و دیگری بـه عنـوان پایـه پـدری مورد استفاده قرار گیرد. ممکن است در مورد اینکه کدام والد به عنوان پایه مادری انتخاب شود، تفـاوتی بـین والدین وجود نداشته یا لازم باشد که انتخاب به طور دقیق طراحی گردد. یک دلیل معقول برای گزینش دقیـق والد ماده، ایجاد امکان تمایز و شناسایی دورگ‌های واقعی از نتـایج حاصـل از خـود گـشتی تـصادفی اسـت. موفقیت دورگ‌گیری مصنوعی به ویژه در تلاقی بین گونه‌ای ممکن است تحت تأثیر والدی باشد که به عنـوان پایه مادری انتخاب می‌شود. وقتی تلاش‌ها جهت آمیزش بین والدینی از یک گونه که تلاقی بین آن‌هـا مـشکل است، صورت می‌پذیرد، غالباً تلاقی‌های معکوس قابل توجیه می‌باشند. استفاده از تعداد متفـاوتی از ژنوتیـپ-های هر گونه به عنوان والدین فرصتی فراهم می‌سازد تا آن دسته از ترکیبات ژنتیکـی کـه باعـث بهبـود رشـد هیبرید می‌شوند، شناسایی گردند (زینالی، ۱۳۸۳).

٥-١-٢-٢- گرده‌افشانی مصنوعی

بسته به گونه، ممکن است گرده‌افشانی بلافاصله بعد از اخته کردن صورت گیرد و یا تا چندین روز به تأخیر بیافتد. اگر چه اخته کردن و گرده‌افشانی اعمال جداگانه‌ای هستند ولی بـرای رسـیدن بـه موفقیـت بایـد همزمانی بین آن‌ها به طور مناسبی تنظیم گردد. ممکن است دانه گرده جمع آوری شـده و بـه صـورت دسـتی روی کلاله قرار گیرد و یا گرده‌افشانی به صورت غیر مستقیم صورت گیرد (زینالی، ۱۳۸۳).

٦-۱-۲-۲- محافظت و ثبت مشخصات گل‌های اخته و گرده‌افشانی شده

در مورد گل‌هایی که به طور مصنوعی اخته شده‌اند ولی بلافاصله پس از اخته کردن، گرده‌افشانی شده‌اند همچنین یک گل که به تازگی گرده‌افشانی شده، ممکن است در معرض خشک شدن، آلودگی حاصل از دانه‌های گرده‌های ناخواسته قرار گیرد، از پوشش‌های مصنوعی پاکت و نی نوشابه جهت پوشاندن گل بایستی استفاده شود. گل‌های ماده مورد استفاده برای دورگ گیری مصنوعی معمولاً به وسیله یک اتیکت، پاکت یا سایر بر چسب‌های مناسب شناسایی می‌شوند. اطلاعاتی از قبیل نام والدی مادری، تاریخ اخته کردن، نام والد پدری، تاریخ گرده‌افشانی کردن و نام شخصی که کار را انجام داده است بایستی بر روی برچسب‌ها نوشته شود (زینالی، ۱۳۸۳).

۷-۱-۲-۲- جمع آوری بذر دورگ

در صورتی که تلاقی بین دو گونه به خوبی انجام شده باشد و عوامل محدود کننده‌ای که مانع تولید بذر دورگ می‌شوند از جمله عدم جوانه زدن گرده یا رویش لوله گرده، عدم رشد نطفه و تبدیل آن به بذر، عدم رشد بذر و تولید یک گیاه بارور (اهدایی، ۱۳۷۹) وجود نداشته باشد، انتظار می‌رود بذر دورگ حاصل شود که این بذور معمولاً چروکیده و مرده هستند به علاوه ممکن است در نتیجه تأثیرات ژنتیکی بعضی ژن‌ها باعث تولید هیبریدهای نکروزه و کشنده شوند که به مرحله تولید بذر نمی‌رسند.

۲-۲-۲- قابلیت تلاقی در خانواده گندمیان

گونه‌های زراعی گندم به صورت موفقیت آمیزی با جنس‌های التیریجیا[۱]، آگروپیرون، چاودار، جو، الیموس[۲]، هینالدیا[۳] و هوردیوم ترکیب شده‌اند. از آن جمله می‌توان به برخی آمفی پلوئیدهای که تاکنون تولید شده‌اند اشاره کرد:

آمفی‌پلوئید: به آلوپلوئیدی که تعداد کروموزوم‌های نسل اول حاصل از تلاقی دو گونه مختلف مضاعف می‌گردد، آمفی‌پلوئید یا آمفی‌دیپلوئید نامیده می‌شود. آمفی‌پلوئیدهای مصنوعی گندم، معمولاً محتوی ژنوم کامل گندم به اضافه یک ژنوم غیر از گندم بوده که از تلاقی گندم با گونه‌های وحشی گندم نظیر جو، چاودار، تینوپایرم و سپس تلاقی برگشتی گندم با دورگ‌های حاصل به وجود می‌آیند (فدک[۴] و همکاران، ۲۰۰۵).

۱-۲-۲-۲- تریگوپیرو[۵]

این آمفی‌پلوئید مصنوعی، حاصل تلاقی گندم هگزاپلوئید با تینوپایرم پانتیکوم[۶] می‌باشد(کوواس[۷] ۱۹۸۹، کوواس و همکاران، ۱۹۸۰). فرمول ژنومی این آمفی پلوئید، AABBDDJJ معرفی شده است. این دورگ در سال ۱۹۳۷ در آمریکا بدست آمد و به طور موفقیت آمیزی با گندم معمولی تلاقی برگشتی داده شد.

---

1. *Elytrigia sp.*
2. *Elymus sp.*
3. *Hynaldia sp.*
4. *Fedak*
5. *Trigopiro*
6. *T. punticum*
7. *Covase*

۲-۲-۲-۲- تریسپیرو[۱]

یک غله مصنوعی با ارزش علوفه بالا، که توسط جی کـوواس[۲] در سـال ۱۹۷۹ در آرژانتـین از تلاقـی تریتیکاله هگزاپلوئید (AABBRR) و آمفی پلوئید اکتاپلوئید تریگوپیرو بدست آمـده اسـت. ایـن غلـه بعـد از چندین نسل خود گشتی تحت عنوان یک رقم به نام ترسپیرو دان نو آل ان تی ا[۳] معرفی شد که پتانسیل بالایی در مقاومت به بیماری، خشکی و سرما دارد (کوواس، ۱۹۷٦، کوواس و همکاران، ۱۹۸۰).

۳-۲-۲-۲- تریتیکاله

این آمفی پلوئید حاصل تلاقی گندم و چاودار به منظور ورود صفات مطلوب از چاودار به گندم می-باشد. صفات بسیاری از جمله تحمل به آفات و بیماریها، سازگاری بهتر و تحمل به شوری آن از گندم و حتی چاودار بالاتر است (گراهام، ۱۹۹۰). نوع هگزاپلوئید آن با فرمول ژنومی (2n=6x=46,AABBRR) و نوع اکتاپلوئید آن با فرمول ژنومی (AABBDDRR) می باشد (زینالی و همکاران، ۱۳۸۳).

٤-۲-۲-۲- تریتوردیوم[٤]

آمفی پلوئیدی حاصل تلاقی دو گونه گندم تتراپلوئید تریتیکوم تورجیدیوم و جـو دیپلوئیـد هوردئـوم چیلنز[٥] با ساختار ژنومی ($AABBH^{ch}H^{ch}$) با خواص خوب زراعی است. نوع اکتاپلوئید آن نیز حاصل تلاقـی جو هوردئوم چیلنز و گندم نـان بـا فرمـول ژنـومی ($2n=8x=56\ AABBDDH^{ch}\ H^{ch}$) مـی‌باشـد (بریتـو[٦] و همکاران، ۲۰۰٦).

---

1. *Tricepiro*
2. *G.Covase*
3. *Tricepiro Done Noe INTA*
4. *Tritordeum*
5. *Hordeum chilense*
6. *Brito*

۵-۲-۲-۲- تریتی‌پایرم[1]

یک گونه وحشی مقاوم به نام علف شور ساحل ($2n=2x=14$ E^bE^b) از ناحیه کریمه در منطقه اکـراین بخاطر تحمل ۳۵۰ میلی مول نمک کلرید سدیم، ساختار کروموزومی دیپلوئید، تلاقی راحت با گندم معمـولی و تظاهر اثر ژنهای مقاومت به شوری آن در ساختمان ژنتیکی گندم به عنوان منبـع مناسـب ژنهـای مقـاوم بـه شوری و انتقال آنها به گندم نان شناخته شده است (کینگ[2] و همکاران، ۱۹۹۷). از تلاقی ارقـام زراعـی گنـدم دوروم (AABB) و گندم نان (AABBDD) با ارقام وحشی دیپلوئید و تتراپلوئید یک گونه علفی گنـدم تولیـد ($2n= 6x=42$, $AABBD_{(7)}$ $E^b_{(7)}$) F_1 ولی عقیم که با استفاده از ماده کلشی‌سین منجر به تولید تریتی‌پایرم اولیه هگزاپلوئید و اکتاپلوئید ($2n=6x=42$ $AABBE^bE^b$ و $2n=8X=56$ $AADBBDDE^bE^b$) در دهه گذشته گردیـد (کینگ و همکاران، ۱۹۹۷).

۳-۲- سیتوژنتیک

در طی چند دهه گذشته سیتوژنتیک، سهم قابل توجهی در پیشرفت و گسترش علـم ژنتیـک، اصـلاح نباتات و تکامل گیاهی داشته و هر روزه منابع علمی مناسـبی را در زمینـه تحقیقـات انجـام شـده در گیاهـان زراعی و بویژه گندم فراهم ساخته است (دیسکول[3]، ۱۹۹۰، گوپتا[4]، ۱۹۹۱). سیتوژنتیک به شیوه‌های گونـاگون در پیشبرد اهداف اصلاحی اثر می‌گذارد، این علم اطلاعات مواد ژنتیکی مورد استفاده در برنامه اصلاحی را در اختیار ما قرار می‌دهد. برای مثال فراوانی نوترکیبی بین ژنوم‌های همولوگ و همیولوگ، وجود نقـص ژنتیکـی، امکان بی‌نظمی در جفت شدن کروموزوم‌ها و امکان باروری در مواد ژنتیکی هیبرید شده یا تیمـار شـده را در

---

1. *Tritipyrum*
2. *King*
3. *Driscoll*
4. *Gupta*