دانشکده کشاورزی

گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته اصلاح نباتات

عنوان

تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های جو با استفاده از نشانگرهای SSR

استادان راهنما

دکتر سید سیامک علوی‌کیا ـ دکتر سارا دژستان

استادان مشاور

دکتر محمد مقدم واحد – دکتر بهزاد صادق‌زاده

پژوهشگر

همایون دادبه

تابستان ۱۳۹۲ شماره پایان‌نامه: ۱

بسم الله الرحمن الرحیم

مقدم :

رروما ای‌ام؛

آ ن ول رر ن وا ی م...

و شان ید ر ن‌رو ید وم...

وا م؛

با ت ی‌ی ش وش ی‌ند...

اسا یدار ندم؛

عا قا وند رو رام‌با ند...

سلا شان‌راز راور بان وا م.

عد و

پاس رای را؛ آن ن ی آغاز وا ن ی ا جام...

ن ب و .وازباب ا مرام لازم ی دام

از ا تاد اقدر، ناب آ ی د مرعوی یا... را لی پایان ام راز .و ان راه از و ی غ نا در، از ا تاد مرم، خام د مر تان... ت را ماى، آ وزش ح و تلاش ی ی و .شان، از ا تاد ا ی، ناب آ ی د مر قدم... ول ان و ش از شاورت و غ شان ه ده ام، از ا تاد زا ، ناب آ ی د مر صادق زاده... زور ژو را ا یاران و ش ارداد ر، از ا تاد ار ند، ناب آ ی د مر مدی... طا .و دارى پایان راز .و از ات با ارز شان ه ده ام، از اسا ید مرم و ادی و و تا و وژی یا ی مر ض رر شان ب علم ودم، از تک تک دو تان و کلا ی م ان رت اه ن ود ر، از ریا ت مرم و ره و تا و وژی، ناب آ ی د مر جازی و کاران مرم و ره ا ای ن پایان کاری ی لازم را ا جام داد ر

ما پاس ارم

ن از رروما م؛ واره و ی ن قلم و یده و خا ت ی ی شان، ل رردای را دارم. با آ رزوی سلا ی و و ت ای . ان.

نام خانوادگی: دادبه	نام: همایون
عنوان پایان نامه: تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های جو با استفاده از نشانگرهای SSR	
استادان راهنما: دکتر سید سیامک علوی‌کیا– دکتر سارا دژستان استادان مشاور: دکتر محمد مقدم–دکتر بهزاد صادق زاده	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته تحصیلی: مهندسی کشاورزی
گرایش: اصلاح نباتات	دانشگاه: تبریز
دانشکده: کشاوررزی	تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۹۲/۵/۱۲ تعداد صفحه: ٦٥
واژه‌های کلیدی: جو –تجزیه به بردارهای اصلی – تجزیه واریانس مولکولی - تنوع ژنتیکی- نشانگرهای ریزماهواره	

چکیده

به منظور بررسی تنوع و ساختار ژنتیکی ۷۰ ژنوتیپ بومی، رقم تجاری و لاین اصلاحی جو، ۱۰۰ جفت آغازگر ریزماهواره مورد استفاده قرار گرفت. با استفاده از ۷۱ جفت آغازگر چندشکل، ۲۹۰ آلل با دامنه ۲ تا ۱۵ و میانگین ٤/۰۸ آلل به ازای هر جایگاه ریزماهواره در ژنوتیپ‌های مورد بررسی تکثیر گردید. میانگین تنوع ژنی، میزان اطلاعات چندشکلی (PIC) و فراوانی آلل شایع به ترتیب ۰/٤۲، ۰/۳۸ و ۰/٦۸ محاسبه گردید. برای تجزیه واریانس مولکولی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به دو گروه لاین‌های بومی و ارقام تجاری به همراه لاین‌های پیشرفته اصلاحی تقسیم شدند. نتایج نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی قابل قبول در بین دو گروه مورد مطالعه بود. همچنین سهم بیشتر واریانس درون‌گروهی (۸۸٪) در تبیین واریانس مولکولی کل بیانگر تنوع ژنتیکی بالا در درون گروه‌های تفکیک شده بود. واریانس مولکولی درون‌گروه‌ها تفاوت زیادی با یکدیگر نداشت و مقادیر برای ژنوتیپ‌های بومی و لاین‌های تجاری–اصلاحی به ترتیب برابر با ۲۸/٤۷ و ۲۹/۹۹ بود. شاخص تنوع ژنی نی و شاخص اطلاعات شانون برای گروه لاین‌های بومی به ترتیب ۰/٤ و ۰/۷۵ و برای گروه لاین‌های تجاری ۰/۳۹ و ۰/۷ برآورد شد که مبین وجود تنوع ژنتیکی قابل قبول در هر دو گروه می‌باشد. در تجزیه به بردارهای اصلی سه بردار اول در مجموع ۷٦/۵۷ درصد از کل واریانس مولکولی بین ژنوتیپ‌ها را تبیین کردند. نمودار پراکنش حاصل از دو بردار اول نشان دهنده پراکنش بالای افراد در درون و تفکیک نسبی گروه‌های مذکور بود که در کل وجود تنوع ژنتیکی قابل قبول در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش را نیز تأیید کرد. تجزیه خوشه‌ای با استفاده از الگوریتم Minimum Evolution و ضریب فاصله Jukes-Cantor انجام شد. بر این اساس ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به سه گروه اصلی و دو زیرگروه در داخل یکی از گروه‌ها تقسیم شدند. به طور کلی بر اساس نتایج بررسی‌های مولکولی تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه مشاهده شد که از این تنوع می‌توان در برنامه‌های اصلاحی به منظور گزینش و تولید لاین‌های برتر استفاده کرد.

فهرست..... صفحه

مقدمه..... ۱

فصل اول: بررسی منابع

۱-۱- اهمیت جو..... ۵

۱-۲- تاریخچه جو..... ۵

۱-۳- گیاهشناسی..... ٦

۱-٤- طبقه بندی زراعی جو..... ۷

۱-۵- شرایط رشدی و سازگاری جو..... ۸

۱-٦- وضعیت جو در ایرن و جهان..... ۹

۱-۷- ژنتیک جو..... ۱۰

۱-۸- اهمیت توده‌های بومی..... ۱۰

۱-۹- تنوع ژنتیکی..... ۱۲

۱-۱۰- روش‌های برآورد تنوع ژنتیکی..... ۱۳

۱-۱۱- نشانگرهای DNA..... ۱٤

۱-۱۲- نشانگرهای ریزماهواره..... ۱۵

۱-۱۲-۱- چندشکلی در جایگاه‌های ریزماهواره..... ۱٦

۱-۱۲-۲- فراوانی، توزیع و سازماندهی ریزماهواره‌ها در ژنوم..... ۱۷

۱-۱۲-۳- مزایا و معایب نشانگرهای ریزماهواره‌ها ۱۸

۱-۱۳- مروری بر تحقیقات انجام شده ۱۹

۱-۱٤- اهداف تحقیق ۲٦

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد گیاهی ۲۸

۲-۲- استخراج DNA ۲۸

۲-۳- تجزیه SSR ۲۸

۲-۳-۱- امتیازدهی الگوهای نواری نشانگرهای SSR ۳۱

۲-۳-۲- تعیین قدرت تمایز نشانگرهای SSR ۳۱

۲-۳-۳- تجزیه واریانس مولکولی ۳۲

۲-۳-٤- گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها ۳۲

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- کیفیت و کمیت نمونه‌های DNA ۳٤

۳-۲- چندشکلی و اطلاعات ژنومی نشانگرهای ریزماهواره در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ۳٤

۳-۲-۱- فراوانی آلل شایع ۳۸

۳-۲-۲- تعداد آلل ۳۸

۳-۲-۳- تنوع ژنی ٤۰

۳-۲-٤- میزان اطلاعات چندشکلی (PIC) ٤٠
۳-۳- تجزیه واریانس مولکولی (AMOVA) ٤٢
۳-٤- تجزیه به بردارهای اصلی بر اساس نشانگرهای ریزماهواره ٤٤
۳-۵- تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها بر اساس نشانگرهای SSR ٤٧
نتیجه گیری ۵۰
پیشنهادات ۵۱
منابع ۵۲

فهرست جدول‌ها و شکل‌ها

جدول ۲-۱- اجزای واکنش زنجیره‌ای پلیمراز در آزمایش ۲۹
جدول ۲-۲- مشخصات ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ۳۰
جدول ۳-۱- فراوانی آلل شایع، تعداد آلل، تنوع ژنی، PIC و مشخصات نشانگرهای SSR جو ۳٦
جدول ۳-۲- اطلاعات ژنومی نشانگرهای SSR بر حسب مکان کروموزومی جو ٤٠
جدول ۳-۳- همبستگی بین پارامترهای ژنومی نشانگرهای SSR جو ٤١
جدول ۳-٤- تجزیه واریانس مولکولی بر مبنای نشانگرهای SSR جو ٤٣
جدول ۳-۵- واریانس درون گروهها بر مبنای نشانگرهای SSR جو ٤٣
جدول ۳-٦- میانگین شاخص شانون، تنوع ژنی نی و نسبت چندشکلی آغازگرهای ریزماهواره ٤٤
جدول ۳-۷- درصد واریانس تبیین شده توسط بردارهای اصلی بر اساس نشانگرهای ریزماهواره ٤٦
شکل ۳-۱- الگوی نواری تعدادی از نمونه‌های DNA استخراج شده جو در ژل آگارز ٣٤

شکل۳-۲- الگوی نواری سه نمونه از نشانگرهای ریزماهواره جو و اسامی آن‌ها..... ۳۵

شکل ۳-۳- پراکنش ژنوتیپ‌های جو بر اساس دو بردار اول حاصل از تجزیه به بردارهای اصلی..... ٤٦

شکل ۳-٤- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های جو براساس داده‌های نشانگرهای SSR ٤٨

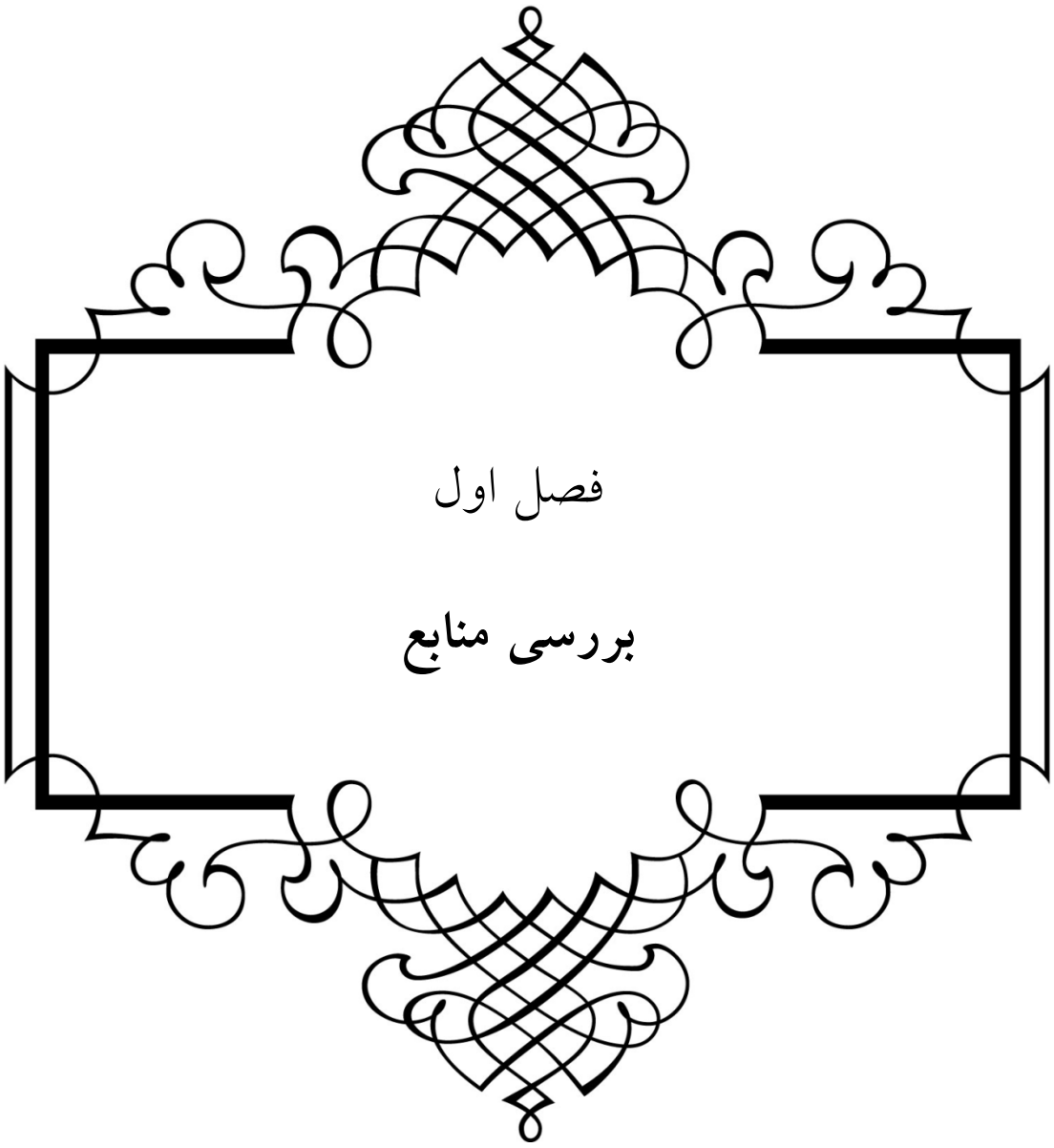
مقدمه

جو یکی از محصولات استراتژیک ایران است و بخش اعظم زمین‌هایی که تکافوی تولید رضایت‌بخش محصول گندم را نمی‌کنند تحت کشت این گیاه قرار می‌گیرند. جو احتمالاً اولین بار به عنوان غذای انسان مورد استفاده قرار گرفت و سپس به علت ویژگی‌های خاصی که نسبت به گندم و برنج دارد در تغذیه دام و طیور و در صنعت مالت‌سازی مورد استفاده قرار گرفته است. در حال حاضر در حدود دوسوم محصول جو برای تعلیف دام و یک‌سوم آن در صنعت مالت سازی و تقریباً ۲٪ از آن نیز مستقیماً توسط انسان به مصرف می‌رسد (نیومن و نیومن، ۲۰۰٦). جو یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی است و از نظر تولید دانه جهانی چهارمین غله بعد از گندم، برنج و ذرت محسوب می‌شود. در سال ۲۰۱۱ متوسط عملکرد جو در ایران ۲/۳ تن و در جهان ۲/۷٦ تن در هکتار گزارش شده‌است (فائو، ۲۰۱۳) و نشان از این موضوع دارد که متوسط تولید جو در ایران نسبت به شاخص جهانی پایین‌تر است. عملکرد پایین می‌تواند ناشی از عدم مدیریت صحیح تولید این گیاه در ایران باشد.

استفاده بیش از حد از ارقام اصلاح‌شده و یکنواختی کشت در سال‌های پیاپی باعث شده است که تنوع ژنتیکی کاهش یابد و این کاهش در شرایط متغیر محیطی به علت وجود تنش‌های مختلف می‌تواند منجر به افت عملکرد گردد. در این رابطه با برنامه‌ریزی‌های لازم علاوه‌بر استفاده از ارقام پرمحصول، می‌توان موجب حفظ تنوع ژنتیکی نیز شد. انجام این امر با ورود ژنوتیپ‌های بومی به برنامه‌های تلاقی و اعمال روش‌های گزینشی مطلوب میسر است (آقائی سربرزه، ۱۳۸۹). در این زمینه بانک‌های ژن بالاترین اهمیت را به عنوان مخازن زیستی و منابع آللی دارند و منابع با ارزشی برای حفظ و ایجاد تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی به شمار می‌روند (اریتز و اینگلز، ۲۰۰٤). گام اول در استفاده از این ذخایر ژنتیکی، تعیین سطح تنوع ژنتیکی در ژرم‌پلاسم‌های بومی و روابط بین ژنوتیپ‌ها است (پیرس و همکاران، ۲۰۰۰).

مطالعه تنوع ژنتیکی فرآیندی است که تفاوت یا شباهت گونه‌ها، جمعیت‌ها و یا افراد را با استفاده از روش‌ها و مدل‌های آماری خاص برای صفات مورفولوژیک، اطلاعات شجره‌ای یا خصوصیات مولکولی افراد بیان می‌کند (محمدی و پرسانا، ۲۰۰۳). امروزه از نشانگرهای مولکولی DNA به عنوان ابزاری مفید برای ارزیابی تنوع ژنتیکی موجود در ژرم‌پلاسم، تعیین مکان ژن‌ها، شناسایی QTLهای عامل مقاومت به بیماری و تنش‌های محیطی و همچنین تعیین رابطه بین اجداد وحشی و ارقام اصلاح‌شده در گیاهان استفاده می‌شود. در این میان، نشانگرهای ریزماهواره (SSRs[1]) به دلیل چندشکلی بالا، تکرار پذیری، همبارز بودن و فراوانی در گیاهان، نشانگرهای ایده‌آلی برای دامنه وسیعی از کاربردها از جمله تهیه نقشه ژنتیکی و مشخص کردن میزان تنوع ژنتیکی در ژرم پلاسم‌ها به شمار می‌روند (تاتز، ۱۹۸۹).

1. Simple sequence repeats



فصل اول

بررسی منابع

۱-۱- اهمیت جو

جو کم‌توقع‌ترین و قانع‌ترین گیاه زراعی است که دامنه سازگاری و پراکنش آن از سایر گیاهان زراعی گسترده‌تر است و متحمل‌ترین گیاه زراعی نسبت به شوری است. در مناطق خشک، چون جو نسبت به شرایط نامساعد محیطی متحمل‌تر است، و از طرفی زودتر از گندم می‌رسد، برای پرهیز از خطر خشکی در آخر فصل، کشت جو بر گندم ترجیح داده می‌شود. بنابر آمار سازمان خواربار جهانی، تولید جهانی جو در سال ۲۰۰۵ معادل ۱۱۳/۲ میلیون تن بوده است. دانه جو هم در تغذیه انسان و هم در تغذیه دام به کار می‌رود و مقدار کمی هم به صورت تازه و در مرحله‌ای که هنوز دانه‌ها نرسیده، مورد تغذیه دام قرار می‌گیرد. عمده‌ترین مصرف جو در تغذیه دام می‌باشد و میزان پروتئین، مواد معدنی و فیبر خام آن از ذرت بیشتر است (امام، ۱۳۸٦).

جو یک جزء با ارزش تناوب در گیاهان زراعی محسوب می‌شود که مزایای زیادی از نظر تنوع گونه‌ای و کنترل آفات و بیماری‌ها دارد (چاکرابورتی و نیوتن، ۲۰۱۱). جوهای زراعی شامل زمستانه، بهاره، دو ردیفه، شش ردیفه، ریشک دار، بدون ریشک، کرک دار، پوشش دار، جو لخت، جو مالت سازی، علوفه‌ای، دانه‌ای و خوراک انسان می‌باشند (پالیتز و استفانسون، ۲۰۱۱).

۱-۲- تاریخچه جو

جو از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی است و بیشینه کشت آن به ۵ تا ۷ هزار سال پیش از میلاد می‌رسد. خاستگاه جو مانند گندم، منطقه هلال حاصلخیز است (مارتین و همکاران، ۱۹۷٦؛ ایوانز، ۱۹۹۳). جو زراعی شاید از گونه جو وحشی دو ردیفه به نام *Hordeum spontaneaom* که دارای محور سنبله شکننده‌ای است و به راحتی قابل تلاقی با جو زراعی است، منشأ گرفته باشد (راشد محصل و همکاران، ۱۳۷٦).

در اوایل دوره اهلی‌کردن جو، این گیاه همراه انسان از محلی به محل دیگر منتقل شده است و در نتیجه در ژرم‌پلاسم آن تغییرات ژنتیکی رخ داده و این امر موجب ایجاد تنوع ژنتیکی در اجداد وحشی آن گردیده است (کوچکی، ۱۳۸۵). واویلوف دو مرکز پیدایش برای جو مشخص کرده است. مرکز اول، شامل اتیوپی و آفریقای شمالی است که انواع ریشک بلند و دانه پوشیده جو از آن منشأ گرفته است. مرکز دیگر شامل چین، ژاپن و تبت می‌باشد و منشأ جوهای دانه لخت، ریشک کوتاه، بدون ریشک و زائده‌دار است. (یزدی صمدی وعبدمیشانی، ۱۳۸۳).

۱-۳- گیاهشناسی

جو زراعی یکی از نباتات مهم تیره غلات Gramineae، از جنس *Hordeum* و گونه *vulgare* است (بهنیا، ۱۳۷٦). برگ‌های جو باریک و به رنگ سبز روشن و دارای انتهای گرد هستند، در صورتی که انتهای برگ‌های گندم تیز است. از محل هر گره ساقه یک برگ خارج شده و قسمتی از ساقه را احاطه می‌کند (خدابنده، ۱۳۷۲).

ساقه جو مانند ساقه گندم بند بند و تو خالی است و در محل گره‌ها توپر است و به طور معمول هر ساقه جو از ۵ تا ۷ میانگره تشکیل شده است که میانگره‌های پایینی کوتاه‌تر از بالایی هستند (آرنون، ۱۹۷۲). جو گیاهی خودگشن بوده و احتمال دگرگشنی آن کم است. کربوهیدرات‌های دانه جو مانند دانه گندم به مقدار زیاد به فعالیت‌های فتوسنتزی سنبله، برگ پرچم و قسمت سبز ساقه در زیر سنبله بستگی دارد. ارقام جو ممکن است ریشک‌دار و یا بدون ریشک باشند، که نوع ریشک‌دار متداول‌ترین حالت محسوب می‌شود (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۰). جو مانند گندم دارای گل آذین سنبله است، ولی در هر سنبلچه جو بر خلاف گندم فقط یک گلچه وجود دارد. در جو به هر پلکان محور سنبله سه سنبلچه چسبیده است (امام، ۱۳۸٦).

۱-٤- طبقه بندی زراعی جو

از نظر زراعی جوها به انواع بهاره، پاییزه و حدواسط تقسیم می‌شوند:

جوهای بهاره: طول دوره زندگی جوهای بهاره کمتر از انواع پاییزه و در حدود ۱۲۰-۱۰۰ روز است و به همان نسبت احتیاجات آن‌ها از نظر سرما، گرما، نور، مواد غذایی و غیره کمتر، سیستم ریشه آن‌ها ضعیف‌تر، مقدار محصول آن‌ها نیز کمتر از جوهای پاییزه است و اکثراً در تولید مالت به کار می‌روند. در مناطقی که شرایط محیطی در زمستان مساعد نیست و در اواخر فصل بهار بارندگی کم و تأمین رطوبت کار دشواری است، جو بهاره بر گندم بهاره ترجیح داده می‌شود، زیرا نیاز رطوبتی جو کمتر از گندم است.

جوهای پاییزه: سیستم ریشه این جوها قطورتر و طویل‌تر از انواع بهاره، مقدار محصول آن‌ها بیشتر، طول دوره زندگی آن‌ها زیادتر (حدود۲۷۰-۲٤۰روز) و غالباً از نوع شش ردیفه هستند. این ارقام چنان چه در بهار کشت شوند در همان سال تولید دانه نخواهند کرد و نیاز به بهاره کردن دارند. جو پاییزه در مقایسه با گندم پاییزه نسبت به دماهای پایین حساس‌تر است و بخش عمده سطح زیر کشت دنیا را رقم‌های پاییزه تشکیل می‌دهند.

جوهای حدواسط: این دسته از جوها چنانچه در پاییز یا بهار کشت شوند تولید دانه خواهند کرد. مقاومت آن‌ها نسبت به سرمای زمستان تا حدی کمتر از جوهای پاییزه است و چنانچه در پاییز کشت گردند عملکرد آن‌ها بیش از جوهای بهاره و در صورتی که در بهار کشت گردد، مشابه با عملکرد جوهای بهاره می‌باشد (خدابنده، ۱۳۷۲؛ نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۰؛ کوچکی، ۱۳۸۵؛ امام، ۱۳۸٦).

۱-۵- شرایط رشدی و سازگاری جو

جو مانند گندم گیاهی روز بلند و یکساله است که اگر کاشت آن در ارقام بهاره با تأخیر صورت گیرد، طول دوره پنجه‌زنی کاهش یافته، شمار ساقه‌های بارور در واحد سطح کم شده و بنابراین مزرعه تنک و کم‌پشت می‌شود. نیازهای گرمایی جو کمتر از گندم و نزدیک به ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ درجه روز است. کاشت جو در پاییز یک یا دو هفته زودتر از گندم صورت می‌گیرد، زیرا جوانه‌های جو نسبت به سرمای اول فصل حساس‌تر از گندم هستند (امام، ۱۳۸٦).

پنجه‌زنی در جو شباهت زیادی با گندم دارد و پنجه کلئوپتیلی در شرایط مساعد (عمق مناسب کاشت، تراکم و حاصلخیزی زیاد) تشکیل می‌شود. پنجه‌زنی در شرایط روزهای کوتاه ادامه می‌یابد. پنجه‌زنی به کود نیتروژن واکنش مثبت و به افزایش تراکم بوته واکنش منفی نشان می‌دهد. جو پس از یولاف حساس‌ترین غله به خوابیدگی است و گاهی مواد کند کننده رشد در میانه‌های مرحله پنجه‌زنی برای جلوگیری از خوابیدگی در جو مورد استفاده قرار می‌گیرد (اسمیت و همکاران، ۱۹۹۹).

جو برای رشد و باروری، آب و هوای خنک و مرطوب را بر آب و هوای گرم و مرطوب ترجیح می‌دهد. جو در مقابل سرما نسبت به گندم حساس‌تر است. رشد جو در دماهای بین ۲۸-۲۰ درجه سانتی‌گراد حداکثر است. دمای مطلوب برای جوانه زدن جو ۲۰-۱۰، برای رشد رویشی ۲٤ و در طول مدت گل دادن ۲۰ درجه سانتی‌گراد است. یک فصل خنک با روزهای کوتاه در طول مدت رشد، موجب پنجه زدن بیشتر جو می‌شود (بهنیا، ۱۳۷٦). کارایی استفاده از آب در جو در شرایط تنش خشکی زیادتر از گندم است. افزون بر این، وجود ریشک، کارایی استفاده از آب را در ارقام جو افزایش داده است (اسمیت و همکاران، ۱۹۹۹).

جو نسبت به شرایط غرقاب حساس است (آرنون، ۱۹۷۲). جو، اراضی اسیدی را تحمل نمی‌کند. pH مناسب برای آن ۸-۶/۸ می‌باشد. از این لحاظ در مقایسه با گندم تحمل کمتری نسبت به اسیدیته خاک از خود نشان می‌دهد (نورمحمدی وهمکاران، ۱۳۸۰). گرچه جو مقاوم‌ترین غله نسبت به شوری خاک است، ولی رشد و عملکرد دانه آن حتی در شوری‌های کم خاک نیز کاهش می‌یابد (اسمیت و همکاران، ۱۹۹۹). جو دارای دامنه کشت جغرافیایی بسیار وسیعی است، به طوری که به بلندترین دامنه کشت تا کمترین ارتفاعات و به بیشترین عرض‌های جغرافیایی تا نواحی گرمسیری، سازگاری دارد و دارای دامنه تغییرات عملکرد کمتری نسبت به دیگر غلات دانه ریز است (پالتیز و استفانسون، ۲۰۱۱).

۱-٦- وضعیت جو در ایرن و جهان

عملکرد در واحد سطح و سطح زیر کشت جو در ایران و جهان بنابر آمار سازمان خواربار جهانی در طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ نشان دهنده این حقیقت است که سطح زیر کشت و عملکرد جو در ایران افزایش نسبی داشته است در حالی که سطح زیر کشت آن در جهان کاهش ولی عملکرد آن در واحد سطح افزایش یافته است. این در حالی است که باتوجه به آمار ارایه شده عملکرد جو در ایران کمتر از میانگین جهانی است. در سال ۲۰۱۱ سطح زیر کشت جو در ایران حدود ۱/٦ میلیون هکتار و عملکرد آن ۲/۳ تن در هکتار بود. در همین سال، سطح زیر کشت جو در جهان حدود ٤۸/٦ میلیون هکتار و متوسط عملکرد آن ۲/۷٦ تن در هکتار گزارش شده است (فائو، ۲۰۱۳). برای رسیدن به سطح مطلوب عملکرد باید علاوه بر مدیریت صحیح، اقدام به تولید ارقامی با پتانسیل بالا از لحاظ عملکرد و سازگار با شرایط مختلف محیطی کرده و در این راستا استفاده از ذخایر ژنتیکی و اجرای تلاقی‌های مناسب ضروری است (امام، ۱۳۸٦).

۱-۷- ژنتیک جو

جو دارای گونه‌های دیپلوئید و تتراپلوئید است، ولی ارقام زراعی آن دیپلوئید (2n=2x=14) هستند (امام، ۱۳۸٦). مقدار C در ارقام زراعی $۵/۳\times۱۰^{۹}$ جفت باز است (رامسی و همکاران، ۲۰۰۰). جوهای زراعی (*vulgare*) و وحشی (*spontaneum*) دارای هفت جفت کروموزوم هستند که به‌ترتیب با نام‌های 1H، 2H، 3H، 4H، 5H، 6H و 7H مشخص می‌شوند. الگوهای نواربندی C و R نیز تمایز و وجود هفت جفت کروموزوم را تأیید می‌کنند (دروکا و همکاران، ۲۰۱۱).

بیشتر مطالعات توارث صفات به دلیل کم بودن شمار کروموزوم و سادگی دورگ در جو صورت گرفته است (امام، ۱۳۸٦). در مطالعات بسیاری که در مورد وراثت صفات مختلف جو انجام شده است محل ژن‌ها روی کروموزوم و همچنین گروه پیوستگی بیش از ٤۰۰ ژن تعیین شده است و عواملی مانند تعداد کم و بزرگ بودن کروموزوم‌ها، خودبارور بودن گیاه، سهولت دورگ‌گیری و پراکنش وسیع در نقاط مختلف جهان، علت وجود مطالعات ژنتیکی متعدد در جو است (یزدی صمدی و عبدمیشانی، ۱۳۸۳).

۱-۸- اهمیت توده‌های بومی

توده‌های بومی منابع ارزشمندی از لحاظ ژن‌های مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی به‌حساب می‌آیند. این ژنوتیپ‌ها به دلیل کشت طولانی مدت در یک منطقه با شرایط آن منطقه سازگاری پیدا کرده‌اند و می‌توانند حاوی ژن‌های بسیار مفیدی برای برنامه‌های اصلاحی باشند (براش و منگ، ۱۹۹۸). توسعه سیستم‌های پیشرفته زراعی در کشاورزی صنعتی همراه با استفاده از تعداد محدودی ارقام اصلاح شده پرمحصول که عمدتاً دارای ساختار ژنتیکی مشابه هستند، باعث یکنواختی جمعیت‌های گیاهی و کاهش قابل ملاحظه تنوع ژنتیکی

برای بسیاری از صفات کیفی و کمی در گیاهان زراعی مختلف شده است. فرسایش ژنتیکی نه تنها ممکن است افزایش بیشتر عملکرد و کیفیت محصول را از طریق به‌نژادی محدود سازد، بلکه آسیب‌پذیری ژنتیکی گیاهان را نیز به تنش‌های محیطی و زیستی افزایش می‌دهد (بائوم و همکاران، ۱۹۹۲).

توده‌های بومی و گونه‌های وحشی و خویشاوندان گیاهان زراعی سازگاری وسیع به شرایط آب و هوایی مختلف داشته و حامل ژن‌های بسیار مفیدی هستند (براش و منگ، ۱۹۹۸؛ اسمال، ۲۰۰٦). مقدار زیادی از تنوع ژنتیکی موجود در توده‌های بومی جو، در درون توده‌ها متمرکز شده است (پارزیس و همکاران، ۲۰۰۰).

اطلاع از سطح تنوع موجود در تودهای بومی و خزانه‌های ژنی برای تشخیص تکرارها در بانک‌های ژنی، غنی‌سازی ذخایر ژنتیکی از طریق انتقال ژن‌های مطلوب و شناسایی ژن‌های مناسب ضروری به نظر می‌رسد (محمدی، ۱۳۸۵). با توجه به شروع بحران‌های زیست محیطی، بحران غذا و تغییرات اقلیمی، اهمیت تنوع ژنتیکی طبیعی و استفاده از توده‌های بومی برای تولید ارقام سازگار و پایدار مدنظر قرار گرفته است. در این مورد توده‌های بومی در مقایسه با ارقام اصلاح شده دارای مقاومت و سازگاری بیشتری هستند و ارزیابی و احیای توده‌های بومی که حاوی ژن‌های مقاومت به تنش‌های محیطی هستند، برای افزایش و پایداری تولید در شرایط نامناسب ضروری است (براش و منگ، ۱۹۹۸).

ایران یکی از مراکز تنوع جو در خاورمیانه است و از این نظر دارای اهمیت بسیار زیادی برای به‌نژادگران است (کوچکی، ۱۳۸۵). منشاء بسیاری از ارقام زراعی جو مورد کشت و کار در ایران هنوز از لاین‌های بومی هستند. استفاده از لاین‌های بومی در برنامه‌های دورگ‌گیری از اهمیت بالایی برخوردار است (بهنیا، ۱۳۷٦).