

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

٤٢٤١



مکتبه عالی علم و تکنولوژی پیشرفته و محیطی  
International Center For Science & high  
Technology and Environmental Sciences



دانشگاه شیدا بهشتی

دانشکده کشاورزی

گروه بیوتکنولوژی

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی

---

## نشانمند کردن ژن های کنترل کننده صفات کمی مهم جو با استفاده از نشانگر مولکولی RAPD

---



استادان راهنما:

دکتر حسین شاهروند حسنی

دکتر امین باقی زاده

مؤلف:

خدیجه عباس زاده

شهریور ماه ۱۳۸۶

ب

۴۰۴۱

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد به

## گروه بیوتکنولوژی

### دانشکده کشاورزی

دانشگاه شهید بهشتی کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو: خدیجه عباس زاده

استاد راهنما ۱: دکتر حسین شاهسوند حسني

استاد راهنما ۲: دکتر امین باقی زاده

داور ۱: دکتر محمدرضا نقوی

داور ۲: دکتر غلامرضا شریفی سیرچی

معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی یا نماینده دانشکده: دکتر محمد حسن فولادی

حق چاپ محفوظ و مخصوص به مؤلف است.

تقدیم به پدر بزرگوارم

که زیباترین نقش نگارستان خاطره ام سیاهی مهربان اوست

او که با لجند خود گذشت بر آنچه که به او می گذرد پیازدیشم

تقدیم به مادر مهربانم

که مهربانی او به وسعت دریاست

او که لباثش بارگاه دعاست و لگاهش برقه همیشگی را هم می باشد

## تشکر و قدردانی

سپاس خداوندی که همه کس و همه چیز است. سپاس بر معبد مهریان و بخشته ام. سپاس و تعظیم بر عشق مطلق، تنها کسی را که هیچ گاه توان فراموش کردنش را ندارم.

- برای آنچه آموختم و برای آن همه روشنایی که به من بخشیده اند سپاس می گویم همه اساتید و همراهانی را که صادقانه یاریگر من بودند.

- برخود لازم می دانم از استادان راهنمای، جناب آقای دکتر شاهسوند حسنی و جناب آقای دکتر باقی زاده که در طول انجام پایان نامه جهت اعتلای هر چه بیشتر این تحقیق راهنمایم بودند و از هیچ لطف و مرحمتی دریغ ننمودند تشکر و قدردانی نمایم و از خداوند بزرگ سلامتی و سعادت ایشان را خواهانم.

- از داوران محترم، جناب آقای دکتر محمدرضا نقوی و جناب آقای دکتر غلامرضا شریفی، بخاطر رهنماهی ایشان قدردانی می شود.

- از اساتید و کارشناسان گروه بیوتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهر و پژوهشکده علوم محیطی مرکز بین المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی کمال تشکر و قدردانی و آرزوی پیروزی و شادکامی آنان را دارم.

- از آنجا که تمام مراحل این پژوهه در آزمایشگاه بیوتکنولوژی و مهندسی ژئوتکنیک مرکز بین المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته انجام پذیرفت از همکاری و مساعدت مسئولین محترم این مرکز صمیمانه تشکر می نمایم.

- با سپاس بی شائبه از تعامی دولستان گرامیم، آرزوی سرفرازی و موفقیت آن عزیزان را از درگاه خداوند متعال خواهانم.

- سپاس صمیمانه ام تقدیم به پدر، مادر، خواهر و برادرانم، آنان که بی ریاتین محبت ها را همیشه ثارم کرده اند.

## چکیده

استفاده از نشانگرهای DNA، امکان بررسی مولکولی و مکان یابی ژن های کنترل کننده صفات کمی از جمله صفات مرتبط با عملکرد گیاه را فراهم نموده است. در این تحقیق به منظور مکان یابی جایگاه ژن های صفات کمی (QTL) جو و بررسی وضعیت ژنتیکی صفات کمی زراعی، از جمعیت  $F_2$  حاصل از تلاقی دو واریته افضل و رادیکال استفاده شد. در قسمت اول، کاشت جمعیت  $F_2$  همراه با والدین افضل و رادیکال در شرایط مزرعه در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۱۳۸۳ در منطقه زرند (کرمان) صورت گرفت هر تکرار شامل دو ردیف مریبوط به والدین و ۳۰ ردیف مریبوط به ۳۰ فامیل  $F_2$  بود. پس از پایان فصل زراعی در سال ۱۳۸۴ گیاهان کامل توده  $F_2$  برداشت و اندازه گیری صفات مورفوژئیکی مرتبط با عملکرد شامل عملکرد بیولوژیک، عملکرد بوته، وزن صد دانه، طول ریشک، طول سنبله، طول برگ پرچم، تعداد پنجه، تعداد گره، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در سنبله، وزن سنبله، وزن دانه سنبله، طول دانه، عرض دانه، طول ساقه تا سنبله (محور گل آذین)، وزن کاه سنبله، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک سنبله در آزمایشگاه انجام و میانگین صفات نیز محاسبه گردید. در قسمت دوم جهت بررسی وضعیت ژنتیکی صفات کمی زراعی جو از ۱۱۱ فامیل  $F_2$  حاصل از تلاقی دو رقم افضل و رادیکال DNA استخراج و با استفاده از ۴۰ نشانگر مولکولی RAPD در جمعیت مذکور چند شکلی ژنتیکی مطالعه گردید. از ۴۰ آغازگر RAPD استفاده شده ۱۳ آغازگر مولکولی در والدین چند شکلی ژنتیکی نشان دادند. آنگاه از این آغازگرها جهت بررسی چند شکلی در جمعیت  $F_2$  استفاده شد که ۱۴۰ نوار چند شکل RAPD در ۱۱۱ فامیل  $F_2$  مشاهده گردید. برای تعیین نواحی ژنومی کنترل کننده صفات مذکور و نقشه یابی جایگاه ژن های صفات

(QTL) نوارهای چند شکل RAPD به همراه میانگین صفات زراعی اندازه گیری شده وارد نرم افزار Excel گردید و به فرمت قابل خواندن در نرم افزار Mapmaker/QTL تبدیل و داده ها وارد این نرم افزار گردید. تجزیه به روش نقشه یابی درون فاصله ای انجام شد. در پایان نقشه لینکازی جمعیت  $F_2$  حاصل از تلاقی دو واریته افضل و رادیکال با استفاده از ۱۴۰ نوار چند شکل RAPD ترسیم گردید این نقشه شامل شش گروه لینکازی می باشد که ۱۷۴۸/۷ سانتی مورگان از ژنوم را پوشش می دهد. تجزیه جایگاه ژن های صفات کمی (QTL) برای صفات عملکرد بیولوژیک، عملکرد بوته، طول ریشک، طول سنبله، طول برگ پرچم، تعداد پنجه، ارتفاع بوته، تعداد سنبچه در سنبله، وزن سنبله، وزن دانه سنبله، طول دانه، عرض دانه، طول ساقه تا سنبله (محور گل آذین)، وزن کاه سنبله، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک سنبچه انجام شد و به ترتیب برای صفات فوق چهار، یک، سه، دو، چهار، دو، یک، چهار، دو، دو، یازده، یک، یک، چهار، پنج، و چهار مشاهده شد. برای صفات وزن ۱۰۰ دانه و تعداد گره QTL یافت نشد.

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه و کلیات	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۳-۱- آشنایی با گیاه جو	۳
۳-۱-۱- ویژگی های گیاهشناسی جو	۳
۴-۱- طبقه بندی زراعی جو	۴
۴-۲-۲- اندام های رویشی جو	۴
۶-۱-۲- اندام های زیبی جو	۶
۹-۱-۲- ترکیبات دانه جو	۹
۷-۱-۶- مراحل گوناگون زندگی جو	۷
۸-۱-۷- عملیات زراعی جو	۸
۱۰-۱- اهمیت اقتصادی جو	۱۰
۱۱-۱- اهمیت ژنتیکی جو	۱۱
۱۱-۵- اهداف و روش های اصلاح جو	۱۱
۱۱-۶- روش های کلاسیک اصلاح جو	۱۱
۱۲-۱- اصول تجزیه ژنتیکی صفات زراعی	۱۲
۱۳-۱-۷-۱- اصول تجزیه ژنتیکی صفات کمی	۱۳
۱۷-۱- جمعیت های مورد استفاده در تجزیه QTL	۱۷
۱۸-۱-۹-۱- تعریف نشانگر و انواع آن	۱۸
۱۹-۱-۹-۱-۱- نشانگر چیست؟	۱۹
۲۱-۱-۹-۱-۱-۱- نشانگر های غیر مبتنی بر PCR	۲۱
۲۱-۱-۹-۱-۲- نشانگر های مبتنی بر PCR	۲۱
۲۲-۱-۹-۱-۳- PCR هدفمند و تعیین توالی	۲۲
۲۳-۱-۹-۱-۲- برخی از کاربردهای مهم نشانگرهای مولکولی	۲۳
۲۳-۱-۹-۱-۲-۱- تهیه نقشه های ژنتیکی	۲۳
۲۳-۱-۹-۱-۱-۱- نقش نقشه های ژنتیک پس از تکمیل و تلفیق	۲۳

## فهرست مطالب

۲۴.....	-۲-۱-۲-۹-۱-تهیه نقشه های تلفیقی
۲۴.....	-۲-۲-۹-۱-نشانند کردن ژن های مهم اقتصادی
۲۴.....	-۳-۲-۹-۱-انتخاب به کمک نشانگر
۲۵.....	-۴-۲-۹-۱-مدیریت مجموعه های ژنتیک
۲۵.....	-۱-۳-۹-۱-نشانگر های مورد استفاده در تجزیه QTL
۲۷.....	-۱۰-۱-مقدمه ای بر PCR
۲۷.....	-۱-۱۰-۱-دستگاه تکثیر DNA
۲۹.....	-۲-۱۰-۱-مواد و تجهیزات
۳۵.....	-۳-۱۰-۱-بررسی محصولات PCR
۳۵.....	-۱-۳-۱۰-۱-الکتروفورز
۳۶.....	-۱-۱-۳-۱۰-۱-الکتروفورز ژل آگارز
۳۸.....	-۱۱-۱-اهداف تحقیق انجام شده
۳۹.....	فصل دوم: اندازه گیری صفات عملکردی نتاج $F_2$ حاصل از تلاقی دو واریته جو برای مطالعه QTL
۴۰.....	-۱-۱-۱-مقدمه
۴۰.....	-۱-۱-۲-خصوصیات واریته های انتخابی
۴۱.....	-۲-۱-۱-آشنایی با منطقه کشت
۴۱.....	-۲-۲-۱-مواد و روش ها
۴۱.....	-۲-۳-۲-۲-عملیات و اندازه گیری های مزرعه ای
۴۲.....	-۲-۳-۲-۲-۱-صفات مورد بررسی در جمعیت فامیل های $F_2$ حاصل از تلاقی رقم افضل با رادیکال
۴۵.....	-۲-۳-۲-نتایج و بحث
۵۴.....	فصل سوم: مطالعه پلی مورفیسم در نتاج $F_2$ حاصل از تلاقی دو واریته جو با نشانگر RAPD
۵۵.....	-۱-۳-مقدمه
۵۵.....	-۱-۱-۱-۱-۱-۳-۱-۱-۱-۳-مزایای نشانگر های RAPD

## فهرست مطالب

۵۷.....	۲-۱-۱-۳- معایب نشانگرهای RAPD
۵۸.....	۲-۱-۳- تعیین گروهای همبستگی با استفاده از نشانگر RAPD
۵۹.....	۴-۲- مواد و روش‌ها
۵۹.....	۱-۲-۳- استخراج DNA
۵۹.....	۱-۱-۲-۳- تهیه نمونه برگ گیاهان فامیل‌های F <sub>3</sub>
۶۰.....	۲-۱-۲-۳- محلول‌ها و بافر‌ها
۶۱.....	۳-۱-۲-۳- دستورالعمل استخراج DNA
۶۴.....	۴-۱-۲-۳- تعیین کمیت و کیفیت DNA
۶۶.....	۲-۲-۳- دستورالعمل RAPD
۶۶.....	۱-۲-۲-۳- اجزاء واکنش‌های زنجیره‌ای پلی مراز
۶۹.....	۳-۲-۳- راه اندازی واکنش‌های RAPD
۷۰.....	۱-۳-۲-۳- شروع برنامه بر روی دستگاه ترموسایکلر
۷۲.....	۲-۳-۲-۳- تهیه ژل آگارز
۷۲.....	۳-۳-۲-۳- الکتروفورز فرآورده‌های تکثیر شده
۷۳.....	۳-۳- نتایج و بحث
۷۴.....	۳-۱-۳- تجزیه و تفسیر الگوهای نواری RAPD
۷۶.....	فصل چهارم: مکان یابی جایگاه ژن‌های صفات کمی
۷۷.....	۴-۱- مقدمه
۷۷.....	۴-۱-۱- ویژگی‌های نقشه ژنتیکی
۷۸.....	۴-۱-۲- توزیع آماری صفات مورد مطالعه
۷۹.....	۴-۱-۳- روش‌های آماری برای تعیین محل QTL‌ها
۷۹.....	۴-۱-۳-۱- تنها بخشی از جامعه تعیین ژنوتیپ می‌شود
۸۰.....	۴-۱-۳-۱-۱- روش ژنوتیپ یابی انتخابی

## فهرست مطالب

۸۰.....	روش ادغام انتخابی DNA	۲-۱-۳-۱-۴
۸۱.....	روش های که در آنها تمام افراد جامعه تعیین ژنوتیپ می شوند	۲-۳-۱-۴
۸۱.....	روش تک نشانگری	۱-۲-۳-۱-۴
۸۳.....	روش مکان یابی به کمک نشانگرهای مجاور	۲-۲-۳-۱-۴
۸۴.....	روش مکان یابی فاصله ای با گرینش گام به گام QTL ها	۳-۲-۳-۱-۴
۸۵.....	روش مکان یابی فاصله ای مرکب	۴-۲-۳-۱-۴
۸۶.....	روش مکان یابی فاصله ای چند گانه	۵-۲-۳-۱-۴
۸۶.....	روش اجزای واریانس	۴-۱-۴
۸۷.....	نرم افزار های تجزیه جایگاه ژن های صفات کمی QTL	۵-۱-۴
۸۸.....	سابقه نقشه یابی در جو	۶-۱-۴
۹۳.....	مواد و روش ها	۴-۲-۴
۹۳.....	تهیه نقشه ژنتیکی	۱-۲-۴
۹۵.....	نتایج و بحث	۳-۴
۹۵.....	تجزیه QTL ها	۱-۳-۴
۹۶.....	شناسایی QTL ها	۲-۳-۴
۱۰۶.....	نکات مورد توجه	۴-۴
۱۱۱.....	انشارات	
۱۱۳.....	منابع	

## فهرست جدول ها

جدول ۱-۱ مراحل اصلی زندگی جو.....	۹
جدول ۱-۲ میانگین صفات زراعی در فامیل های $F_2$ حاصل از تلاقی رقم جو افضل با رقم رادیکال در منطقه زرند (کرمان).....	۴۷
جدول ۲-۱ میانگین صفات زراعی در فامیل های $F_2$ حاصل از تلاقی رقم جو افضل با رقم رادیکال در منطقه زرند (کرمان).....	۴۸
جدول ۲-۲ میانگین صفات زراعی در فامیل های $F_2$ حاصل از تلاقی رقم جو افضل با رقم رادیکال در منطقه زرند (کرمان).....	۴۹
جدول ۴-۱ میانگین صفات زراعی در فامیل های $F_2$ حاصل از تلاقی رقم جو افضل با رقم رادیکال در منطقه زرند (کرمان).....	۵۰
جدول ۴-۲ میانگین صفات زراعی در فامیل های $F_2$ حاصل از تلاقی رقم جو افضل با رقم رادیکال در منطقه زرند (کرمان).....	۵۱
جدول ۶-۱ میانگین صفات زراعی در فامیل های $F_2$ حاصل از تلاقی رقم جو افضل با رقم رادیکال در منطقه زرند (کرمان).....	۵۲
جدول ۷-۱ میانگین صفات زراعی در فامیل های $F_2$ حاصل از تلاقی رقم جو افضل با رقم رادیکال در منطقه زرند (کرمان).....	۵۳
جدول ۱-۳ مشخصات کامل مواد شیمیایی مورد نیاز در استخراج DNA از گیاهان فامیل های $F_2$ حاصل از تلاقی رقم افضل با رادیکال در گیاه جو.....	۶۲
جدول ۲-۳ نام و توالی آغازگر های چند شکل مورد استفاده در گیاهان فامیل های $F_2$ حاصل از تلاقی رقم افضل با رادیکال در گیاه جو.....	۶۷
جدول ۳-۳ مواد و مقدار مورد نیاز برای انجام واکنش ۲۵ میکرولیتری PCR در نمونه ژنوتیپ های گیاهان فامیل های $F_2$ حاصل از تلاقی رقم افضل با رادیکال در گیاه جو.....	۷۰
جدول ۱-۴ محل قرار گیری برخی از ژن های صفات کمی (QTL) برای صفات زراعی در جمعیت $F_2$ حاصل از تلاقی دو واریته افضل و رقم رادیکال در جو.....	۱۰۲
جدول ۲-۴ محل قرار گیری برخی از ژن های صفات کمی (QTL) برای صفات زراعی در جمعیت $F_2$ حاصل از تلاقی دو واریته افضل و رقم رادیکال در جو.....	۱۰۳

جدول ۳-۴ محل قرار گیری برخی از ژن های صفات کمی (QTL) برای صفات زراعی در جمعیت $F_2$ حاصل از تلاقی دو واریته افضل و رقم رادیکال در جو.....	۱۰۶
جدول ۴-۴ محل قرار گیری برخی از ژن های صفات کمی (QTL) برای صفات زراعی در جمعیت $F_2$ حاصل از تلاقی دو واریته افضل و رقم رادیکال در جو.....	۱۰۵

## فهرست شکل ها

شکل ۱-۱ سنبلاچه جو شش ردیفه (A) و سنبلاچه جو دوردیفه (B).....	۸
شکل ۱-۲ قسمت های گوناگون یک گلچه جو.....	۸
شکل ۱-۳ مشاهده نوارهای چند شکلی با شانگر ۳۸۴ در تعدادی از بوته های $F_2$ حاصل از تلاقی دو رقم جو افضل و رادیکال.....	۷۴
شکل ۲-۳ مشاهده نوارهای چند شکلی با شانگر ۵۶ در تعدادی از بوته های $F_2$ حاصل از تلاقی دو رقم جو افضل و رادیکال.....	۷۵
شکل ۱-۴ جایگاه برخی ژنهای صفات کمی (QTL) برای تعدادی از صفات زراعی مهم جو در جمعیت $F_2$ حاصل از تلاقی دو واریته افضل و رادیکال در گروه لینکازی اول و دوم.....	۱۰۸
شکل ۲-۴ جایگاه برخی ژنهای صفات کمی (QTL) برای تعدادی از صفات زراعی مهم جو در جمعیت $F_2$ حاصل از تلاقی دو واریته افضل و رادیکال در گروه لینکازی سوم و چهارم.....	۱۰۹
شکل ۳-۴ جایگاه برخی ژنهای صفات کمی (QTL) برای تعدادی از صفات زراعی مهم جو در جمعیت $F_2$ حاصل از تلاقی دو واریته افضل و رادیکال در گروه لینکازی پنجم و ششم.....	۱۱۰

# فصل اول

مقدمہ و کلیات

## ۱-۱- مقدمه

جو از قدیمی ترین گیاهان زراعی است و پیشینه کشت آن به ۵ تا ۷ هزار سال پیش از میلاد می‌رسد. خاستگاه جو همانند گندم، همان منطقه هلال حاصلخیز<sup>۱</sup>، می‌باشد. بهترین منطقه رویش آن عرض جغرافیایی ۳۰ درجه در هر یک از نیمکره‌های شمالی و جنوبی است (امام، ۱۳۸۳). قدیمی ترین جو از ارقام دو رده وحشی می‌باشد. مهمترین کشورهای تولید کننده جو در جهان آلمان، اتریش، انگلستان، ایتالیا، بلغارستان، فرانسه، یونان، کره شمالی، کره جنوبی و عراق می‌باشند (خدابنده، ۱۳۷۲).

جو چهارمین غله دنیاست، یعنی پس از گندم، برنج و ذرت مهمترین غله محسوب می‌شود (Han et al., 2003). جو به طور معمول در زمین‌هایی که برای کشت سایر غلات چندان مناسب نیست، کشت می‌شود. کار در زمین‌هایی که تازه تسطیح شده و یا پس از زهکشی آماده بهره برداری شده است، با کشت جو آغاز می‌شود. در ایران در حال حاضر سطح زیر کشت جو نزدیک به ۱/۵ میلیون هکتار و میزان تولید آن ۳/۶ میلیون تن می‌باشد نزدیک به نیمی از سطح زیر کشت جو در پنج استان خراسان، فارس، لرستان، گلستان و خوزستان قرار دارد و استان‌های خراسان، فارس و گلستان مهمترین استان‌های تولید کننده جو کشور به حساب می‌آیند (امام، ۱۳۸۳).

زراعت جو در اکثر کشورهای تولید کننده آن سابقه بسیار طولانی دارد و از زمانهای خیلی گذشته دانه آن علاوه بر آن که در تغذیه انسان مورد مصرف داشته در قنادی‌ها نیز استفاده می‌شده و از مالت آن نیز در صنعت و دارو سازی استفاده به عمل می‌آمده و در کارخانجات نشاسته سازی نیز

<sup>1</sup>. Fertile crescent

استفاده شده است. در حال حاضر در اغلب کشورها از آن نوشابه های الکلی و غیر الکلی بدست می آورند. این گیاه دارای مقادیر زیادی ویتامین بخصوص از نوع A, E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> و B<sub>12</sub> بوده که علاوه بر آن از نظر مواد معدنی مانند کلسیم، فسفر، مس، منیزیم و کربالت غنی می باشد و از ساقه آن نیز در کاغذسازی استفاده می شود (خدابنده، ۱۳۷۲).

#### ۱-۲-آشنایی با گیاه جو

##### ۱-۱-ویژگی های گیاهشناسی جو

جو گیاهی است که به تیره غلات<sup>۱</sup> از جنس هوردیوم<sup>۲</sup> تعلق دارد. جوی زراعی شاید از گونه های وحشی دو ردیفه به نام هوردیوم اسپاتانیوم<sup>۳</sup> که دارای محور سنبله شکننده ای است و به راحتی قابل تلاقی با جوی زراعی است، منشاء گرفته باشد. جو اگر چه دارای گونه های دیپلولئید و تترالپلولئید است، ولی ارقام زراعی آن دیپلولئید ( $2n=2x=14$ ) می باشند (خدابنده، ۱۳۷۲؛ امام، ۱۳۸۳). به طور کلی، جوی زراعی شامل سه گونه ولگاره، دیستیکوم و ایرگولار می باشد. که مشخصات مختصری از آنها ذکر می شود (یزدی صمدی، ۱۳۸۰).

• گونه جو زراعی هوردیوم ولگار<sup>۴</sup>: شش ردیفه با سه سنبله بازور در هر پله محور اصلی و

شامل دو گروه زیر است (شکل ۱-۱-A).

- گروه شش ردیفه بارز، در این گروه دانه های کناری کمی کوچکتر از دانه های وسط هستند.

- گروه حد وسط، دانه های کناری این گروه بطور قابل توجهی از دانه های وسط کوچکترند.

<sup>1</sup>. Gramineae

<sup>2</sup>. Hordeum

<sup>3</sup>. *Hordeum spontaneum*

<sup>4</sup>. *Hordeum vulgare*

• گونه جو هوردیوم ایرگیولار<sup>۱</sup>: گلهای ردیف وسط بارور و گلهای کناری بارور یا عقیم با

بدون جنسیت یا از بین رفتہ هستند و این بی نظمی در طول سنبله دیده می شود.

• گونه جو هوردیوم دیستیکوم<sup>۲</sup>: دوردیقه بوده و فقط در گلهای ردیف وسط، دانه تشکیل و

شامل دو نوع زیر است (شکل ۱-۱.B).

- گروه دو ردیقه بارز که در آن گلهای کناری با اندامهای جنسی تحلیل یافته وجود دارد.

- نوع دیگر که گلهای کناری آن اندام جنسی نر ندارند.

#### ۱-۲-۲- طبقه بندی زراعی جو

انواع جو زراعی در مناطق مختلف جهان به انواع بهاره و پاییزه تقسیم می گردند (کوچکی،

(۱۳۶۹؛ خدابنده، ۱۳۷۲).

ارقام جو بهاره: طول دوره زندگی آنها کمتر از انواع پاییزه بوده و حدود ۱۰۰ تا ۱۲۰ روز است،

ریشه آنها ضعیف تر و مقدار محصول آنها نیز کمتر از جوهای پاییزه می باشد و اکثرآ به مصارف

صنعتی و تهیه نوشابه می رستند. جوهای بهاره اغلب از نوع دو ردیقه می باشند.

ارقام جو پاییزه: ریشه آنها قطورتر و طویل تر از انواع بهاره، مقدار محصول آنها بیشتر، طول

زندگی آنها زیادتر و حدود ۲۴۰ تا ۲۷۰ روز بوده و اغلب از نوع شش ردیقه می باشند.

#### ۱-۳- اندام های رویشی جو

ریشه: مانند سایر غلات افسان و سطحی است حدود ۶۱ درصد ریشه آن در عمق ۲۵ سانتیمتری

اول خاک گسترش یافته و بندرت ریشه تا عمق ۱۲۰ سانتیمتری خاک فرو می رود (خدابنده،

<sup>1</sup>. *H. irregulare*

<sup>2</sup>. *H. distichum*

(۱۳۷۲). سیستم ریشه‌ای جو مانند گندم شامل ریشه‌های بذری<sup>۱</sup> و ریشه‌های تاجی<sup>۲</sup> بوده که در لایه سطحی خاک متشر می‌شوند. در جریان جوانه زنی بذر جو ممکن است تا ۹ ریشه بذری هم از بذر خارج شود (امام، ۱۳۸۳).

ساقه: ساقه جو مشوره‌ای، شبیه ساقه گندم و گره دار است (خدابنده، ۱۳۷۲). ساقه در محل گره‌ها توپر می‌باشد. بطور معمول هر ساقه از ۵ تا ۷ میانگره تشکیل شده است که میانگره‌های پایینی کوتاه‌تر از بالایی می‌باشند به آخرین میانگره ساقه که در زیر سنبله قرار دارد، دم گل آذین<sup>۳</sup> گفته می‌شود. تعداد ساقه در هر بوته جو تحت تأثیر عامل‌های مؤثر بر پنجه زنی بطور معمول بین یک تا ۶ متغیر است طول ساقه در ارقام گوناگون متفاوت و از ۲۵ سانتیمتر در جوهای پا کوتاه تا ۱۵۰ سانتیمتر در جوهای پا بلند متغیر است (امام، ۱۳۸۳).

برگ: در ساقه جو بین ۵ تا ۱۰ برگ بطور متناوب در دو طرف قرار گرفته است (خدابنده، ۱۳۷۲؛ ارزانی، ۱۳۸۰). برگ‌های جو باریک و به رنگ سبز روشن بوده و دارای انتهای گرد می‌باشند، از محل هر گره ساقه یک برگ خارج شده و نیام هر برگ قسمتی از ساقه را در بر می‌گیرد. در محل برخورد برگ به ساقه دو زائده بزرگ بنام گوشوارک<sup>۴</sup> و یک زائده بی رنگ و نیمه کروی بنام زبانک<sup>۵</sup> وجود دارد (خدابنده، ۱۳۷۲).

<sup>1</sup>. Seminal root

<sup>2</sup>. Crown roots

<sup>3</sup>. Peduncle

<sup>4</sup>. Stipule

<sup>5</sup>. Ligule

#### ۱-۲-۴- اندام های زایشی جو

گل آذین: جو، گیاهی است خود گشن که در هر پله سبله آن سه سبلچه وجود دارد. جو مانند گندم دارای گل آذین سبله مرکب است ولی در هر سبلچه جو بر خلاف گندم فقط یک گلچه<sup>۱</sup> وجود دارد (شکل ۱-۲). در جو به هر پلکان محور سبله سه سبلچه چسبیده است. حال آنکه در گندم به هر پلکان محور سبله تنها یک سبلچه چسبیده است. از سه سبلچه ای که به هر پلکان محور سبله چسبیده اند، در جو های دو ردیفه تنها سبلچه وسط و در جوهای شش ردیفه هر سه سبلچه بارور هستند (امام، ۱۳۸۳).

میوه: میوه جو مانند گندم<sup>۲</sup> می باشد و وزن هزار دانه آن از ۳۷ تا ۵۰ گرم متغیر است. جنین تشکیل دهنده ۳ تا ۵ درصد وزن خشک نهایی بذر است. بخش عمده وزن دانه (۶۰ تا ۷۵ درصد) را نشاسته تشکیل می دهد (امام، ۱۳۸۳). تعداد دانه در هر سبله جوشش ردیفه از ۶۰-۶۰-۲۵ و در سبله جو دو ردیفه از ۳۰-۱۵ متغیر است، پس از تلقیح گل ها پوشش های گلچه شامل برون پوشینه<sup>۳</sup> و درون پوشینه<sup>۴</sup> در خلال پر شدن دانه به بذر می چسبند و به این ترتیب جو پوشیده را بوجود می آورند. در ارقامی از جولخت<sup>۵</sup> این پوشش ها به بذر نمی چسبند و دانه این ارقام شباهت زیادی به دانه گندم دارد (امام، ۱۳۸۳).

#### ۱-۵- ترکیبات دانه جو

ترکیب بذر جو در برگیرنده ۱۰ تا ۱۵ درصد پروتئین، ۶۰-۷۴ درصد نشاسته، ۸-۱۰ درصد رطوبت و ۲-۳ درصد مواد معدنی است. درصد پروتئین در جوهای دیسم بیشتر از جوهای

<sup>1</sup>. Floret

<sup>2</sup>. Caryopsis

<sup>3</sup>. Lemma

<sup>4</sup>. Palea

<sup>5</sup>. Naked barley

آبی است. انواع پرولامین ها یا هوردئین ها عمدت ترین پروتئین های ذخیره ای جو هستند و ۴۰ تا ۵۰ درصد کل نیتروژن دانه را تشکیل می دهند. آلبومین ها و گلوبولین ها که ۱۵ تا ۳۰ درصد پروتئین دانه را تشکیل می دهند، بطور عمدت در لایه آلورون و رویان دانه هستند. عملکرد و اجزاء عملکرد جو با استفاده از دو روش زیر قابل محاسبه است (امام، ۱۳۸۳).

- الف: با استفاده از فرمول  $GY = GN \cdot MGW^1$  که در این فرمول  $GY$  = عملکرد دانه در واحد سطح،  $GN^2$  = تعداد دانه در واحد سطح،  $MGW^3$  = میانگین وزن هر دانه می باشد.

$GN = EN \cdot GNPE^4$  رابطه  $GN$  می باشد که در آن  $EN^5$  = تعداد سنبله در واحد سطح و  $GNPE$  برابر میانگین تعداد دانه در هر سنبله می باشد.

- ب: با استفاده از فرمول  $GY = BY \cdot HI^6$  که در این فرمول  $GY$  = عملکرد دانه در واحد سطح،  $BY^7$  = عملکرد بیولوژیکی (مجموع ماده خشک تولید شده در بالای سطح خاک) در واحد سطح و  $HI^8$  برابر شاخص برداشت (درصدی از کل ماده خشک تولید شده موجود در دانه) می باشد.

#### ۶-۲-۱- مراحل گوناگون زندگی جو

مراحل مختلف زندگی جو همانندی زیادی به گندم دارد و سیستم کدبندی زیداکس<sup>۹</sup> و همکاران (۱۹۷۶) که در مورد گندم کاربرد دارد در مورد جو هم بکار می رود (جدول ۱-۱).

<sup>1</sup>. Grain yield  
<sup>2</sup>. Grain number  
<sup>3</sup>. Mean grain weight  
<sup>4</sup>. Ear number  
<sup>5</sup>. Grain number per ear  
<sup>6</sup>. Biological yield  
<sup>7</sup>. Harvest index  
<sup>8</sup>. Zadoks