

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

دانشکده تولید گیاهی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته
مهندسی کشاورزی، گرایش اصلاح نباتات

ارزیابی مولکولی گونه‌های جنس گلرنگ موجود در ایران

پژوهش و نگارش:

مژده اکبرزاده للکامی

استاد راهنما:

دکتر محمدهادی پهلوانی

اساتید مشاور:

دکتر خلیل زینلی نژاد

دکتر سعید نواب پور

تابستان ۱۳۹۳



فوم ۳۴۴

بسمه تعالی

فرم صورتجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد شیوه آموزشی - پژوهشی

نام و نام خانوادگی: مزده اکبرزاده لکامی		گروه آموزشی: اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی		
شماره دانشجویی: ۹۱۱۳۰۲۳۱۰۲		رشته تحصیلی: اصلاح نباتات		
ساعت و تاریخ دفاع: ۱۰ صبح ۱۳۹۳/۶/۱۹		محل برگزاری: سالن اجتماعات دانشکده تولید گیاهی		
عنوان پایان نامه:	فارسی: ارزیابی مولکولی گونه‌های جنس گلرنگ موجود در ایران			
عنوان انگلیسی:	Molecular evaluation of safflower species existing in Iran			
جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد نامبرده با حضور اعضای محترم هیات داوران به شرح ذیل برگزار گردید و پایان نامه با نمره (با عدد) ۱۹٫۴۰ (با حروف) نوزده و چهل درصد پذیرفته شد.				
اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبۀ علمی	نام دانشگاه	اعضا عضو حاضر
استاد راهنما	دکتر محمد هادی پهلوانی	دانشیار	علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	<i>[Handwritten Signature]</i>
استاد مشاور	دکتر خلیل زینلی نژاد	استادیار	علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	
استاد مشاور	دکتر سعید نواب پور	دانشیار	علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	
استاد داور اول	دکتر حسن سلطانیلو	دانشیار	علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	<i>[Handwritten Signature]</i>
استاد داور دوم	دکتر احد یامچی	استادیار	علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	<i>[Handwritten Signature]</i>
تائید مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه:				تاریخ:

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه‌های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می‌شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

- ۱) قبل از چاپ پایان نامه خود، مراتب را به طور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.
 - ۲) انتشار نتایج پایان‌نامه در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.
 - ۳) انتشار نتایج پایان‌نامه باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.
- اینجانب مؤده اکبرزاده للکامی دانشجویی رشته مهندسی کشاورزی، گرایش اصلاح نباتات، مقطع کارشناسی ارشد، تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی: مؤده اکبرزاده للکامی

امضاء

تقدیم به:

به روح برادرم که یادش همیشه در قلمم ماندگار است

تقدیم به پدر و مادر عزیزم که از وجودشان به خود می‌بالم

تقدیم به برادر و خواهران مهربانم

و تقدیم به آنانی که برای ساختن زندگی تلاش می‌کنند.

شکر و قدردانی:

سپاس بی‌کران پروردگار یکتا را که، هستی مان، بخشد و به طریق علم و دانش را، نمونه‌مان شد و به، به‌نشین رحروان علم و دانش مستقرمان نمود و خوشه‌چینی از علم و معرفت را روزی‌مان ساخت.

مراتب سپاس و قدردانی خود را تقدیم کسانی می‌کنم که صبورانه همراهیم کردند:

خانواده عزیز و مهربانم.

استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر محمد نادی پهلوانی که، همواره حامی و راهنمای بنده بوده اند و ویژگی‌های بارز علمی ایشان در کنار اخلاق مداری سرلوحه من در آینده خواهد بود.

استاد مشاور جناب آقای دکتر حلیل زینلی نژاد و جناب آقای دکتر سعید نواب پور که، همواره از مشاوره آنها بهره‌مند بوده‌ام.

استاد محترم جناب آقای دکتر حسن سلطانلو و جناب آقای دکتر احدی‌ماچی که زحمات داوران پایان نامه را تقبل نمودند.

و در پایان از تمامی دوستان خوبم که در مراحل علمی و تدوین پایان نامه مرا یاری نمودند، صمیمانه شکر می‌کنم.

چکیده

خویشاوندان وحشی منبع مهمی از ژن‌های مربوط به صفات مطلوب و سازگاری به شرایط محیطی هستند که می‌توانند برای غنی‌سازی ذخیره ژنی گلرنگ زراعی مورد استفاده قرار گیرند. در این مطالعه، تنوع ژنتیکی بین و درون گونه‌ای ۱۸ نمونه از سه گونه جنس کارتاموس شامل تینکتوریوس، لاناتوس و اکسیاکانتا با استفاده از آغازگرهای آی‌اس‌اس‌آر مورد بررسی قرار گرفت. تفکیک باندها روی ژل آگارز و پلی‌آکریل‌آمید صورت پذیرفت. از ۹ آغازگر آی‌اس‌اس‌آر در مجموع ۱۶۹ باند ایجاد گردید که ۹۶/۵ درصد آنها چندشکلی نشان دادند. در کل ۴۰ باند اختصاصی برای سه گونه مورد بررسی شناسایی شد که بیشتر آنها توسط دو آغازگر ۵ و ۶ تولید شدند و گونه زراعی (تینکتوریوس) با ۲۰ باند بیشترین را به خود اختصاص داد. برای دو گونه لاناتوس و اکسیاکانتا نیز به ترتیب ۱۲ و ۸ باند اختصاصی کشف گردید. از نظر توانایی ایجاد چندشکلی بین گونه‌ای، آغازگر ۱ در گونه تینکتوریوس و در بررسی درون گونه‌ای آغازگر ۶ در گونه لاناتوس بهترین بودند. برای گونه اکسیاکانتا میزان چندشکلی همه آغازگرهای مورد بررسی مشابه بود. نتایج ماتریس تشابه نشان داد که از نظر درون‌گونه‌ای، بیشترین شباهت بین ژنوتیپ‌های گونه زراعی وجود داشت و از نظر بین‌گونه‌ای نیز بیشترین شباهت بین گونه زراعی و اکسیاکانتا وجود داشت. تجزیه خوشه‌ای بر اساس ضریب جاکارد با روش گروه‌بندی UPGMA، نمونه‌ها را به سه گروه تقسیم کرد که هر یک متعلق به یکی از سه گونه مورد بررسی بود. با استفاده از این نشانگرهای اختصاصی شناسایی شده، تاکسونومی و تمایز سه گونه جنس گلرنگ با دقت بالا و بدون نیاز به ارزیابی‌های مورفولوژیکی ممکن می‌گردد. نتایج این تحقیق همچنین کمک شایانی در افزایش کارایی انتقال ژن‌های مفید از خویشاوندان وحشی به گونه زراعی خواهد کرد.

واژه‌گان کلیدی: گلرنگ، تنوع ژنتیکی، آی‌اس‌اس‌آر، نشانگر اختصاصی

ج	فهرست جدول‌ها
د	فهرست شکل‌ها
۲	۱- مقدمه
۵	۲- بررسی منابع
۵	۲-۱- اهمیت جنس گلرنگ
۵	۲-۲- تنوع گونه‌های جنس کارتاموس
۷	۲-۳- گیاهشناسی و نیازهای رشدی جنس گلرنگ
۱۱	۲-۴- اصلاح گلرنگ
۱۲	۲-۵- بیوتکنولوژی در گلرنگ
۱۳	۲-۶- تنوع ژنتیکی
۱۵	۲-۷- نشانگر آی‌اس‌اس‌آر
۱۷	۲-۸- مرور مطالعات گذشته
۲۲	۳- مواد و روش‌ها
۲۲	۳-۱- زمان و مکان اجرای آزمایش
۲۲	۳-۲- مواد گیاهی و ژنوتیپ‌های مورد استفاده
۲۲	۳-۳- کاشت بذور و نمونه‌برداری
۲۴	۳-۴- آماده‌سازی نمونه برای استخراج دی‌ان‌ای
۲۴	۳-۵- استخراج دی‌ان‌ای
۲۷	۳-۶- تعیین کمیت و کیفیت دی‌ان‌ای استخراج شده
۳۰	۳-۷- واکنش زنجیره‌ای پلیمرز (پی‌سی‌آر)

صفحه	عنوان
۳۰	۳-۸- آغازگرهای مورد استفاده.....
۳۲	۳-۹- آماده‌سازی ژل آگارز.....
۳۲	۳-۱۰- آماده سازی ژل اکریل‌آمید.....
۳۳	۳-۱۱- تجزیه و تحلیل داده‌ها.....
۳۷	۴- نتایج و بحث.....
۳۷	۴-۱- بررسی تنوع ژنتیکی بین و درون گونه‌ای با استفاده از آغازگرهای آی‌اس‌اس‌آر.....
۴۴	۴-۲- شناسایی نشانگرهای اختصاصی بین گونه‌ای با استفاده از آغازگرهای آی‌اس‌اس‌آر.....
۵۶	۴-۴- نتیجه‌گیری کلی.....
۵۶	۴-۵- پیشنهادات.....
۵۹	منابع.....

جدول ۱-۳- نام، گونه و منشأ نمونه‌های مورد مطالعه.....	۲۳
جدول ۲-۳- مواد تشکیل دهنده ۱ لیتر بافر استخراج.....	۲۶
جدول ۳-۳- مواد تشکیل دهنده ۱ لیتر سی‌آی‌آی.....	۲۶
جدول ۴-۳- مواد تشکیل دهنده ۱۰۰ میلی‌لیتر استات میکس.....	۲۶
جدول ۵-۳- مواد تشکیل دهنده ۱۰۰ میلی‌لیتر تی‌آی بافر.....	۲۷
جدول ۶-۳- مواد تشکیل دهنده ۱ لیتر بافر تی‌آی‌آی ۱۰X.....	۲۸
جدول ۷-۳- مواد تشکیل دهنده ۱۰۰ میلی‌لیتر لودینگ بافر ۶X.....	۲۹
جدول ۸-۳- غلظت مواد استفاده شده در واکنش پی‌سی‌آر.....	۳۰
جدول ۹-۳- نام، توالی و دمای اتصال آغازگرهای آی‌اس‌اس‌آر مورد استفاده.....	۳۱
جدول ۱۰-۳- مراحل واکنش پی‌سی‌آر.....	۳۲
جدول ۱۱-۳- مواد تشکیل دهنده یک لیتر بافر تی‌بی‌آی ۵X.....	۳۳
جدول ۱۲-۳- مواد تشکیل دهنده ۵۰۰ میلی‌لیتر اکریل‌آمید ۶ درصد.....	۳۴
جدول ۱-۴- آغازگرهای آی‌اس‌اس‌آر استفاده شده و نتایج تکثیر آنها در مطالعه بین گونه‌های جنس گلرنگ.....	۳۸
جدول ۲-۴- تعداد باند تولید شده، تعداد باند چند شکل، درصد باندهای چندشکل و PIC آغازگرهای آی‌اس‌اس‌آر استفاده شده برای تکثیر گونه‌های جنس گلرنگ.....	۳۹
جدول ۳-۴- ماتریس تشابه به روش جاکارد برای نمونه‌های سه گونه گلرنگ مورد مطالعه.....	۴۰
جدول ۴-۴- شاخص تنوع ژنی ننی، شاخص اطلاعات شانون، تعداد و درصد جایگاه‌های ژنی چندشکل، متوسط تعداد آلل مشاهده شده و متوسط تعداد آلل موثر برای گونه‌های گلرنگ مورد مطالعه با استفاده از آغازگرهای آی‌اس‌اس‌آر.....	۴۴
جدول ۵-۴- تعداد باندهای اختصاصی تولید شده در سه گونه زراعی، لاناتوس و اکسیاکانتا با استفاده از ۹ آغازگر آی‌اس‌اس‌آر.....	۵۴

- شکل ۱-۲- گونه تینکتوریوس (الف)، بذر تینکتوریوس (ب)، گونه اکسیاکانتا (ج)، گونه لاناتوس (د)..... ۱۰
- شکل ۲-۲- طرح شماتیک از نشانگر آی‌اس‌اس‌آر..... ۱۶
- شکل ۱-۳- نمونه‌برداری از برگ جهت استخراج دی‌ان‌ای..... ۲۲
- شکل ۲-۳- کیفیت دی‌ان‌ای استخراج شده با استفاده از ژل آگارز ۰/۸ درصد..... ۲۹
- شکل ۱-۴- دندروگرام نمونه‌های سه گونه گلرنگ مورد مطالعه بر اساس ضریب جاکارد با روش UPGMA..... ۴۲
- شکل ۲-۴- باندهای اختصاصی بین سه گونه گلرنگ زراعی، لاناتوس و اکسیاکانتا با استفاده از آغازگر آی‌اس‌اس‌آر ۱..... ۴۵
- شکل ۳-۴- باندهای اختصاصی بین سه گونه گلرنگ زراعی، لاناتوس و اکسیاکانتا با استفاده از آغازگر آی‌اس‌اس‌آر ۲..... ۴۶
- شکل ۴-۴- باندهای اختصاصی بین سه گونه گلرنگ زراعی، لاناتوس و اکسیاکانتا با استفاده از آغازگر آی‌اس‌اس‌آر ۳..... ۴۷
- شکل ۵-۴- باندهای اختصاصی بین سه گونه گلرنگ زراعی، لاناتوس و اکسیاکانتا با استفاده از آغازگر آی‌اس‌اس‌آر ۴..... ۴۸
- شکل ۶-۴- باندهای اختصاصی بین سه گونه گلرنگ زراعی، لاناتوس و اکسیاکانتا با استفاده از آغازگر آی‌اس‌اس‌آر ۵..... ۴۹
- شکل ۷-۴- باندهای اختصاصی بین سه گونه گلرنگ زراعی، لاناتوس و اکسیاکانتا با استفاده از آغازگر آی‌اس‌اس‌آر ۶..... ۵۰
- شکل ۸-۴- باندهای اختصاصی بین سه گونه گلرنگ زراعی، لاناتوس و اکسیاکانتا با استفاده از آغازگر آی‌اس‌اس‌آر ۷..... ۵۱
- شکل ۹-۴- باندهای اختصاصی بین سه گونه گلرنگ زراعی، لاناتوس و اکسیاکانتا با استفاده از آغازگر آی‌اس‌اس‌آر ۸..... ۵۲
- شکل ۱۰-۴- باندهای اختصاصی بین سه گونه گلرنگ زراعی، لاناتوس و اکسیاکانتا با استفاده از آغازگر آی‌اس‌اس‌آر ۹..... ۵۳

فصل اول

مقدمه

۱- مقدمه

گلرنگ از جنس کارتاموس^۱ متعلق به خانواده آستراسه^۲، گیاهی دانه روغنی است که احتمالاً از نواحی ایران، ترکیه و هندوستان منشأ گرفته است، به طوری که کشور ما از لحاظ ذخایر ژنتیکی این گیاه، یکی از غنی‌ترین مناطق جهان به شمار می‌رود (بهداد، ۱۳۸۵).

این گیاه به دلیل کاربردهای متنوع طبی، صنعتی و غذایی و وجود ویژگی‌های خاص از جمله کیفیت بالای روغن دانه (وجود بیش از ۹۰ درصد اسیدهای چرب غیر اشباع به خصوص اسیدهای چرب لینولئیک و اولئیک)، مقاومت نسبتاً بالا به شوری و خشکی، سازگاری وسیع به درجه حرارت‌های پائین زمستان و بالای تابستان و فصل رشد کوتاه در کشت تابستانه، به عنوان گیاه روغنی با ارزشی مطرح بوده و سطح زیر کشت آن در حال افزایش می‌باشد (امیدی تبریزی و احمدی، ۱۳۷۸؛ بهداد، ۱۳۸۵). اهمیت گلرنگ در گذشته بیشتر به خاطر تهیه رنگ از گل‌های آن بوده است. امروزه هدف اصلی کشت گلرنگ، استخراج روغن از دانه آن می‌باشد (زینلی، ۱۳۷۸). اگرچه کشت و کار گلرنگ در ایران از دیرباز مرسوم بوده ولی از سال ۱۳۷۸ به بعد سطح زیر کشت و میزان تولید آن کاهش یافت. از عوامل کاهش سطح زیر کشت، نبود ارقام زراعی مناسب، شیوع آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز می‌باشد. برای این منظور از گونه‌های خویشاوند وحشی که دارای ژن‌های مفید هستند می‌توان استفاده نمود. مهمترین این ژن‌ها آن‌هایی هستند که در گونه‌های وحشی موجود بوده و مقاومت به تنش‌های زیستی و غیر زیستی را القاء می‌کنند (اهدایی، ۱۳۸۶).

در ایران علاوه بر گونه زراعی^۳، گونه‌های وحشی گلرنگ نیز در بسیاری از مناطق به وفور یافت می‌شود. به طوری که گونه‌های اکسیاکانتا^۴ و لاناتوس^۵ بیشترین پراکنش، تنوع و سازگاری را با شرایط اقلیمی ایران

1- *Carthamus*

2- *Asteraceae*

3- *C. tinctorius*

4- *C. oxyacantha*

5- *C. lanatus*

داشته و به عنوان محتمل‌ترین اجداد گلرنگ، از اهمیت و ارزش زیادی برخوردارند و احتمالاً بتوان از آنها در اصلاح گلرنگ و افزایش توسعه کشت آن استفاده نمود (توکلی و همکاران، ۱۳۹۰).

تنوع ژنتیکی عامل اصلی تکامل گونه‌ها به شمار می‌رود. اساس ایجاد تنوع ژنتیکی، تفاوت یا چندشکلی ناشی از تغییر توالی‌های دی‌ان‌ای در ژنوم گیاهی در بین و داخل یک گونه می‌باشد. درک و آگاهی از تنوع و شباهت ژنتیکی در درون افراد یا جمعیت‌ها، برای استفاده موثر از منابع ژنتیکی در یک برنامه اصلاحی ضروری است (صفوی و همکاران، ۲۰۱۰). در گذشته ژرم‌پلاسم گلرنگ به طور کامل بر اساس صفات مورفولوژیکی، تنش‌های غیر زنده و یا خصوصیات بیوشیمیایی که لزوماً منعکس کننده تنوع ژنتیکی نبود مشخص می‌شد. در مقایسه با نشانگرهای مورفولوژیکی، نشانگرهای دی‌ان‌ای^۱ را می‌توان برای ارزیابی صفات چندگانه بطور همزمان، در هر مرحله نمودی، با استفاده از دی‌ان‌ای از تمام انواع بافت‌های گیاهی و مستقل از تأثیر شرایط محیطی مورد استفاده قرار داد (محاسی و همکاران، ۲۰۰۹). آی‌اس‌آر^۲ یک نشانگر شبه رپید^۳ است که به دلیل تولید باندهای زیاد با تکرارپذیری مناسب، از کاربرد بالایی در مطالعات تنوع ژنتیکی برخوردار است و همچنین به دلیل عدم نیاز به توالی دی‌ان‌ای، به عنوان نشانگری کم هزینه محسوب می‌شود (احمدی خواه، ۱۳۸۹).

مهمترین اهداف این تحقیق عبارتند از:

۱- مطالعه تنوع ژنتیکی درون و بین سه گونه گلرنگ تینکتوریوس، لاناتوس و اکسیاکانتا با استفاده از نشانگر آی‌اس‌آر.

۲- تخمین درجه قرابت ژنتیکی سه گونه مورد مطالعه.

۳- شناسایی نشانگرهای اختصاصی برای سه گونه فوق.

1- DNA

2- ISSR (Inter Simple Sequence Repeat)

3- RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA)

فصل دوم

بررسی منابع

۲- بررسی منابع

۲-۱- اهمیت جنس گلرنگ

گلرنگ به دلیل ویژگی‌های مطلوب از اهمیت بالایی برخوردار است. از گلبرگ گل‌های گلرنگ برای تولید رنگ طبیعی و همچنین در صنایع دارویی و صنعتی استفاده می‌شود (دیودی و همکاران، ۲۰۰۵؛ روپا، ۲۰۰۷). بذر این گیاه حاوی روغن با بیشترین نسبت اسیدهای چرب غیراشباع (اسید لینولئیک و اسید اولئیک) به اشباع بوده و در نتیجه به خاطر کیفیت بالای آن، برای تهیه روغن خوراکی استفاده می‌شود. روغن این گیاه نقش دارویی داشته و در کاهش کلسترول خون و در نتیجه کاهش بیماری‌های قلبی موثر است (مونوز و همکاران، ۲۰۰۷). اخیراً ایل‌کلیک و همکاران (۲۰۱۱) اظهار نمودند که امکان تولید سوخت زیستی برای موتورهای دیزلی از روغن گلرنگ وجود دارد. از کنجاله دانه گلرنگ نیز برای تغذیه دام استفاده می‌شود (زینلی، ۱۳۷۸). موارد فوق همراه با مقاومت بالا در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی، این گیاه را به عنوان یکی از مهمترین گیاهان دانه روغنی معرفی می‌کند (سعیدی و همکاران، ۱۳۸۳، میرزاخانی و همکاران، ۲۰۰۹).

۲-۲- تنوع گونه‌های جنس کارتاموس

آگاهی از رابطه سیتورنتیکی و تاکسونومی گونه‌های جنس کارتاموس، اساس استفاده موثر از ویژگی‌ها و صفات موجود در خویشاوندان وحشی و علف‌های هرز گونه زراعی گلرنگ در برنامه‌های اصلاحی آینده را فراهم می‌آورد. جنس کارتاموس دارای ۲۵ گونه است که در سراسر جهان پراکنده شده‌اند. در جنس کارتاموس ۴ سری کروموزومی وجود دارد که شامل: ۶۴، ۴۴، ۲۴، ۲۰=۲n می‌باشد. از بین این گونه‌ها، تنها گونه تینکتوریوس زراعی است و کشت و کار می‌شود که دارای ۱۲ جفت کروموزوم است (۲n=۲۴). اطلاعات در مورد بیولوژی و اکولوژی گونه‌های کارتاموس محدود است. بر اساس تعداد کروموزوم ذکر شده در بالا، جنس کارتاموس به ۴ بخش با تعداد کروموزوم پایه (x) ۱۰، ۱۱ و ۱۲ طبقه‌بندی می‌شوند که در زیر آمده است (به نقل از کوماری، ۲۰۰۹).

بخش ۱: شامل گونه‌های یکساله تینکتوریوس (زراعی)، پالاستینوس^۱ و اکسیاکانتا با تعداد کروموزوم $2n=2x=24$ می‌باشد. این گونه‌ها با یکدیگر تلاقی پذیرند و هیبریدهای بارور تولید می‌کنند که نشان می‌دهد جفت‌شدگی بالایی بین کروموزوم‌هایشان صورت می‌پذیرد. اما به نظر می‌رسد بطور طبیعی انتقال ژن بین تینکتوریوس و دو گونه خویشاوند وحشی خیلی کم انجام شود، زیرا آنها در نواحی و فصول مختلف رشد می‌کنند. اکسیاکانتا از شمال غربی هند تا عراق انتشار یافته است و پالاستینوس در جنوب فلسطین می‌روید. گونه تینکتوریوس کشت و کار زیادی در هند دارد، در مناطق شمالی و مرکزی ایران سطح کشت خوبی دارد و سطح کشت پایینی در پاکستان، اردن، سوریه، ترکیه و فلسطین دارد. اکسیاکانتا به عنوان جد وحشی گلرنگ زراعی معرفی می‌شود. البته مطالعات جدید نشان می‌دهد که رابطه خویشاوندی نزدیکتری بین گلرنگ زراعی و گونه پالاستینوس وجود دارد (چاپمن و بورک، ۲۰۰۷).

بخش ۲: عمدتاً شامل گونه‌های الکساندریوس^۲، گلاکوس^۳، سیریاکوس^۴ و تنوئیس^۵ با تعداد کروموزوم $2n=2x=20$ می‌باشد. همه این گونه‌ها در بخش شرقی دریای مدیترانه یافت می‌شوند. گلاکوس با داشتن برگچه‌های بزرگتر نسبت به گونه‌های دیگر اختلاف بیشتری دارد. نشان داده شده است که گونه‌های دو بخش ۱ و ۲ خویشاوندان نزدیک نیستند. هیبریدهای مصنوعی بین گونه‌های دو بخش به آسانی انجام می‌شود اما همه آنها عقیم هستند و هیچ تبادل مواد ژنتیکی بین آنها انجام نمی‌شود که نشان‌دهنده جفت‌شدگی پایین بین کروموزوم‌ها در میوز است.

بخش ۳: تنها شامل گونه لاناتوس می‌باشد که دارای ۲۲ جفت کروموزوم است ($2n=4x=44$). بطور طبیعی در پرتغال، اسپانیا، یونان، ترکیه و ایران یافت می‌شود. لاناتوس در تلاقی با گونه‌های بخش ۱ جفت‌شدگی پایینی بین کروموزوم‌ها نشان می‌دهد در حالیکه با گونه‌های بخش ۲ جفت‌شدگی خوبی نشان

-
- 1- *palaestinus*
 - 2- *alexandrinus*
 - 3- *glaucus*
 - 4- *syriacus*
 - 5- *tenuis*

می‌دهد. این امر نشان می‌دهد که گونه‌های بخش ۲، در ۱۰ جفت کروموزوم با گونه لاناتوس اشتراک دارند.

بخش ۴: شامل دو گونه باتیکوس^۱ و ترکستانیکوس^۲ با تعداد کروموزوم $2n=6x=64$ می‌باشد. هیبریدهای بین باتیکوس و لاناتوس جفت‌شدگی کامل در ۲۲ جفت کروموزوم را نشان دادند و بیانگر این است که لاناتوس یکی از اجداد باتیکوس محسوب می‌شود و گلاکوس با $2n=20$ کروموزوم به عنوان یکی از اجداد اولیه ترکستانیکوس است. باتیکوس در شرق مدیترانه، شمال آفریقا و اسپانیا و ترکستانیکوس در غرب آسیا، شرق کشمیر و اتیوپی پراکنده شده است. ترکستانیکوس دارای ۲۲ جفت کروموزوم مشترک با باتیکوس است و تبادل ژنی قابل ملاحظه‌ای بین این دو گونه رخ می‌دهد (خیدیر و نولز، ۱۹۷۰).

اخیراً ویلاترسانا و همکاران (۲۰۰۵) اشاره کردند که جنس کارتاموس دارای بیش از ۱۸ گونه است که در دو زیربخش کارتاموس و آتراتیلیس^۳ قرار می‌گیرند. تعداد کروموزوم و سطح پلوئیدی در زیربخش آتراتیلیس متفاوت می‌باشد در حالیکه در زیربخش کارتاموس چنین نیست و تعداد کروموزوم و سطح پلوئیدی یکسان می‌باشد. در جنس آتراتیلیس، گونه‌های با سطح پلوئیدی دو، چهار و شش وجود دارند و تعداد کروموزوم گونه‌های این زیربخش نیز بین ۲۰، ۲۴، ۴۴ و ۶۴ متغیر است. گونه لاناتوس که در این زیربخش قرار دارد، دارای ۴۴ عدد کروموزوم بوده و سطح پلوئیدی آنها نیز چهار می‌باشد. گونه‌های ژیسیکولا^۴، اکسیاکانتا، پالاستینوس و تینکتوریوس در زیربخش کارتاموس قرار داشته و همگی دارای ۲۴ عدد کروموزوم بوده و دیپلوئید هستند. از میان آنها تنها گونه تینکتوریوس زراعی بوده و کشت می‌شود (سگال و همکاران، ۲۰۰۹) و سایر گونه‌های خویشاوند به عنوان علف‌های هرز مهاجم در خاورمیانه و شمال آفریقا و کالیفرنیا و استرالیا رشد می‌کنند (گارناتجه و همکاران، ۲۰۰۶). نولز (۱۹۷۷) از گونه‌های

-
- 1- *Baeticus*
 - 2- *Turkestanicus*
 - 3- *Atratylis*
 - 4- *Gypsicola*

وحشی به عنوان منبع تجمع یافته برای ژن‌های مقاومت به بیماری، حشرات و تنش‌های غیرزیستی مثل مقاومت به سرما یاد کرده است.

دو گونه اکسیاکانتا و لاناتوس بطور وسیعی در ایران پراکنده شده‌اند و به صورت خودرو رشد می‌کنند، به همین خاطر با شرایط آب و هوایی کشور سازگار شده و به عنوان گیاهان بومی محسوب شده و برای اصلاح و بهبود برخی خصوصیات گونه زراعی از اهمیت بالایی برخوردارند (مظفریان، ۱۳۷۵؛ زینلی، ۱۳۷۸).

۲-۳- گیاهشناسی و نیازهای رشدی جنس گلرنگ

گلرنگ زراعی یک گیاه پر شاخ و برگ، علفی، خاردار، یکساله تابستانه یا یکساله زمستانه با خارهای برنده در برگ‌ها و کاسبرگ‌ها می‌باشد (شکل ۱-۲-الف). ارتفاع این گیاه ۳۰ تا ۱۵۰ سانتیمتر بوده و شاخه‌های آن در انتها به ساختارهای گل کروی مانند که طبق^۱ نامیده می‌شوند، ختم می‌شوند. گل‌ها معمولاً به رنگ‌های زرد، نارنجی و قرمز دیده می‌شوند. شاخه‌ها با برگ‌هایی که دارای خارهای زیادی هستند احاطه شده‌اند. گلرنگ دارای بذری سفید رنگ و صاف بوده که وزن آن بین ۰/۰۳ تا ۰/۰۴ گرم متغیر است. بذرها ممکن است دارای پرز یا بدون پرز باشند و دارای پریکارپ ضخیم هستند (داجو و موندل، ۱۹۹۶؛ سینگ و نیمبکار، ۲۰۰۶). اندازه برگ بطور گسترده در بین واریته‌ها متفاوت است و شکل آن می‌تواند به صورت خطی، نیزه‌ای و یا مستطیلی باشد. برگ‌ها معمولاً خاردار بوده و با عبور به سمت بالای گیاه میزان خار افزایش می‌یابد (برادلی و همکاران، ۱۹۹۹). این گیاه یک ریشه اصلی ضخیم دارد که آن را قادر می‌سازد تا در آب و هوای خشک به خوبی رشد کند. گلرنگ گیاهی خودگشن بوده اما درصد دگرگشتی در آن بسته به حضور زنبورها و سایر حشرات متفاوت است (داجو و موندل، ۱۹۹۶). این گیاه به آب هوای گرم و خشک و مکان‌هایی که خاک در ابتدای بهار نمناک بوده و دارای تخلیه مناسب است، سازگار است. بسته به شرایط محیطی، طول دوره رویش گلرنگ بین ۱۷ تا ۲۰ هفته متفاوت است (اسمیت، ۱۹۹۶). چرخه رشدی این گیاه شامل مراحل: جوانه‌زنی، روزت، طویل شدن ساقه، شاخه‌دهی، گلدهی و بلوغ

می‌باشد (موندل و همکاران، ۲۰۰۴). جوانه‌زنی بسته به دما و رطوبت، بین ۳ روز تا ۳ هفته رخ می‌دهد. گلرنگ زمانی که دمای خاک به بیش از ۴/۴ درجه سانتیگراد برسد، جوانه می‌زند و با افزایش دما به ۱۵/۶ درجه سانتیگراد میزان جوانه‌زنی در آن بیشتر می‌شود (موندل و همکاران، ۲۰۰۴). رشد اولیه پس از جوانه‌زنی در گیاه گلرنگ کند بوده که به این دوره رشدی، مرحله روزت می‌گویند. در این مرحله تنها چند برگ روی ساقه اصلی تشکیل می‌شود. مرحله روزت در گلرنگ بین ۲۰ تا ۳۵ روز متفاوت است (سینگ و نیمبکار، ۲۰۰۶). در طول این دوره گیاه به هوای سرد و یخبندان مقاوم است اما نسبت به علف‌های هرز بسیار حساس می‌باشد (داجو و موندل، ۱۹۹۶). پس از این مرحله ساقه به سرعت طویل شده و شاخه‌های زیادی تولید می‌کند. هر شاخه یک طبق تولید می‌کند که توسط کاسبرگ‌های فشرده احاطه شده است. هر طبق حاوی ۲۰ تا ۱۸۰ گلچه می‌باشد. گلچه‌های لوله‌ای شکل شامل ۵ گلبرگ پره‌ای می‌باشند، که در طول گرده‌افشانی باز می‌شوند. در هر گلچه ۵ پرچم وجود دارد. در پایه هر گلچه یک تخمدان قرار دارد که به یک بذر یا میوه تبدیل می‌شود (نولز، ۱۹۸۰). رسیدگی می‌تواند ۴ هفته طول بکشد و در این زمان، رنگ گل‌ها تیره‌تر می‌شود (داجو و موندل، ۱۹۹۶).

گونه اکسیاکانتا که نام این گونه از آن گرفته شده است، به معنی خارهای بسیار تیز می‌باشد. این گونه شباهت زیادی به گونه زراعی دارد (شکل ۲-۱-ج). بذور این گیاه کوچک و اکثراً به رنگ سیاه هستند (داجو و موندل، ۱۹۹۶). دمای مطلوب برای جوانه‌زنی ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتیگراد است (بصیری و خردنام، ۱۹۷۶). بذر این گونه نیز حاوی روغن و پروتئین است. سبزیلیان و همکاران (۲۰۰۸) میزان روغن آن را ۲۰ تا ۳۰ درصد گزارش کردند. ترکیب اسیدهای آمینه این گونه با گونه زراعی تفاوت چشمگیری ندارد. این گونه منبع خوبی برای مقاومت به خشکی و شرایط نامساعد محیطی، مقاومت به مگس سرکه و دارای پتانسیل مناسب برای بهبود روغن در گونه زراعی می‌باشد (سبزیلیان و همکاران، ۲۰۱۰).

گونه لاناتوس گیاهی یکساله با ریشه سطحی و ساقه‌های ایستاده و خشبی به ارتفاع ۱۰ سانتیمتر تا یک متر می‌باشد (شکل ۲-۱-د). برگ‌ها روی ساقه به صورت متناوب و همراه با خارهای تیز ضخیمی می‌باشند. سرتاسر گیاه پوشیده از کرک است. رنگ گیاهان این گونه سبز خاکستری و گل‌های آن به رنگ