

نشریه علمی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijrfpbgr.2021.353947.1379
 جلد ۲۹، شماره ۱، صفحه ۱۶۲-۱۴۸ (۱۴۰۰) شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350891.1400.29.1.12.9

بررسی تنوع فنولوژیکی، مورفولوژیکی و سیتوژنتیکی گونه‌های چاودار (*Secale sp.*) ایران

شکیبا شاهمرادی^{۱*}، عیسی ظریفی آناختون^۲ و فرنگیس قنواتی^۳

۱. نویسنده مسئول مکاتبات، استادیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج

پست الکترونیک: shakibashahmoradi@gmail.com

۲. استادیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج

۳. دانشیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۱۲

چکیده

چاودار غله‌ای بومی جنوب غربی آسیا می‌باشد و دو گونه از این جنس شامل گونه زراعی *S. cereale* و گونه وحشی *S. strictum* (*S. montanum*) در ایران وجود دارد. این تحقیق به منظور ارزیابی تنوع صفات فنولوژیکی، مورفولوژیکی و سیتوژنتیکی در گونه‌های این جنس انجام شد. در این آزمایش تعداد ۹۱ اکوتیپ از کلکسیون ژرم پلاسما چاودار بانک ژن گیاهی ملی ایران، در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه اصلاح نهال و بذر کشت و ارزیابی شد. کلیه صفات فنولوژیک و مورفولوژیک (کمی و کیفی) شامل ۲۳ صفت بر اساس دستورالعمل مؤسسه بین‌المللی ذخایر توارثی اندازه‌گیری شدند. اکوتیپ‌های مورد بررسی شامل ۷۸ اکوتیپ *S. cereale* و ۱۳ اکوتیپ *S. strictum* بود. نتایج پارامترهای توصیفی نشان داد که دامنه تغییر و میزان تنوع در برخی از صفات در بین گونه‌ها متفاوت بود. تجزیه و تحلیل چندمتغیره صفات نشان داد که صفات فنولوژیکی روز تا گلدهی و روز تا رسیدن، صفات مورفولوژیکی شامل شاخص ریزش دانه و رنگ گوشوارک، طول سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله در بین گونه‌ها تفاوت معنی‌داری داشتند. این صفات در تفکیک گونه‌ها دارای اهمیت بالایی بودند. ارزیابی سیتوژنتیکی کروموزوم‌های دو گونه *S. cereale* و *S. strictum* نشان داد اگرچه تعداد کروموزوم‌ها در هر دو گونه ۱۴ کروموزوم و دیپلوئید بودند ولی تفاوت معنی‌داری برای طول کروموزوم‌ها و نسبت بازوها در این دو گونه مشاهده شد که می‌تواند به تفکیک و شناسایی سیتوژنتیکی این دو گونه کمک کند. در مجموع صفات فنولوژیکی، مورفولوژیکی و سیتوژنتیکی در گونه‌های چاودار تنوع قابل ملاحظه‌ای نشان دادند و می‌توان از آنها در شناسایی و تفکیک گونه‌ها استفاده کرد و در صورت وجود محدودیت زمانی یا عدم امکان کشت، ارزیابی سیتوژنتیکی به‌عنوان روشی مناسب برای شناسایی گونه‌هاست.

واژه‌های کلیدی: چاودار زراعی، تنوع، شناسایی، گونه‌وحشی.

مقدمه

چاودار بومی جنوب غربی آسیا می‌باشد و جنس *Secale* در ایران دارای دو گونه *S. cereale* با دو زیرگونه *ancestral* و *cereale* و گونه وحشی *S. strictum* (*S. montanum*) است. دانشمندان در بازنگری طبقه‌بندی

جنس *Secale* پیشنهاد کردند که نام *Secale strictum* نسبت به *Secale montanum* ترجیح داده می‌شود و این گونه دارای دو زیرگونه به نام‌های *ssp. Strictum* و *ssp. Africanum* می‌باشد (Frederiksen and Peterson, 1998). زیرگونه *S. cereale ssp. cereale* زراعی بوده ولی

زیرگونه *S. cereale* ssp. *ancestral* به طور خودرو می‌روید (Frederiksen and Peterson, 1998).

مطالعه تاکسونومیک جنس *Secale* از دیرباز موضوع مورد توجه گیاه‌شناسان بوده و با اختلاف نظرهایی همراه است. بررسی روابط فیلوژنتیکی جنس *Secale* براساس مارکرهای بیوشیمیایی و مولکولی مختلفی از جمله آیزوایم‌ها (Vence et al., 1987, DelPozo et al., 1995) RAPDs و طول فواصل rDNA (Reddy et al., 1990) ITS و (De Butos and Jouve 2002) بررسی شده است. Takezake و Nei (1996) و Shang و همکاران (2006) تنوع ژنتیکی و روابط فیلوژنتیکی جنس چاودار را نیز بر اساس مارکر ریزماهواره بررسی نمودند.

البته ارزیابی تنوع ژنتیکی در نمونه‌های چاودار بومی تنوع ژنتیکی بالایی را در نمونه‌های چاودار نشان داده است (Person and Bothmer, 2002). تاکنون در تحقیقات متعددی تنوع در کلکسیون‌های ژرم‌پلاسما بانک ژن گیاهی ملی ایران مورد ارزیابی قرار گرفته است (Shahmoradi, et al., 2007; Abbasi, 2008; al., 2019).

ارزیابی صفات زراعی و مورفولوژیکی و بررسی تنوع ژنتیکی در ۲۷۱ اکوتیپ چاودار از کلکسیون ژرم‌پلاسما بانک ژن گیاهی ملی ایران، تنوع ژنتیکی گسترده‌ای را در میان صفات کمی و کیفی مورد ارزیابی نشان داد (Shahmoradi, 2010). در میان صفات کمی، صفات عملکرد و وزن دانه دارای بیشترین تنوع بودند. در تحقیق دیگری، تعداد ۱۰۸ اکوتیپ از کلکسیون ژرم‌پلاسما چاودار که متفاوت با تحقیق قبلی بودند، از نظر ۱۶ صفت کمی و ۱۴ صفت کیفی شامل صفات آگرونومیک و مورفولوژیک مورد ارزیابی قرار گرفتند (Shahmoradi and Mozafari, 2016). تنوع اکوجغرافیایی اکوتیپ‌ها براساس اقلیم و مکان جغرافیایی محل جمع‌آوری نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان‌دهنده دامنه وسیع تنوع و توزیع جغرافیایی صفات مورفولوژیکی، فنولوژیکی و زراعی در این منابع بود که احتمال می‌رود حاصل سیر تکاملی آنها باشد.

البته تاکنون مطالعات مورفولوژیکی بسیار زیادی بر روی صفات کمی و کیفی این گونه انجام شده است ولی تعداد بسیار کمی از این صفات توانسته‌اند به‌عنوان یک آرایه افتراقی بین زیرگونه‌های آن مورد قبول واقع شوند (Nasernakhaei and Rahiminejad, 2007). با توجه به اینکه روش‌های تمایز و شناسایی گونه‌های چاودار هنوز مورد بحث و تردید محققان می‌باشد، شناسایی و معرفی روش‌های معتبر به‌منظور تفکیک گونه‌های چاودار اهمیت زیادی دارد، از این رو به‌منظور ارزیابی تنوع مورفولوژیکی

زیرگونه *S. cereale* ssp. *ancestral* به طور خودرو می‌روید (Frederiksen and Peterson, 1998).

مطالعه تاکسونومیک جنس *Secale* از دیرباز موضوع مورد توجه گیاه‌شناسان بوده و با اختلاف نظرهایی همراه است. بررسی روابط فیلوژنتیکی جنس *Secale* براساس مارکرهای بیوشیمیایی و مولکولی مختلفی از جمله آیزوایم‌ها (Vence et al., 1987, DelPozo et al., 1995) RAPDs و طول فواصل rDNA (Reddy et al., 1990) ITS و (De Butos and Jouve 2002) بررسی شده است. Takezake و Nei (1996) و Shang و همکاران (2006) تنوع ژنتیکی و روابط فیلوژنتیکی جنس چاودار را نیز بر اساس مارکر ریزماهواره بررسی نمودند.

Parsa (1950) در بررسی گونه *S. cereale* وجود محور سنبله سخت را گزارش نمود، در حالی که برخی محققان (Boissier, 1879; Bor, 1970) بیان کردند که این گونه دارای محور سنبله شکننده است. Peterson و Frederiksen (1998) هر دو این حالت‌ها یعنی محور سنبله سخت یا تا حدودی شکننده و کاملاً شکننده را در این گونه گزارش نمودند. Rahiminejad و همکاران (2005) گزارش کردند که در برخی از جمعیت‌های *S. cereale*، ناحیه ۱/۳ بالایی سنبله شکننده است که این اکوتیپ‌ها قبلاً به‌عنوان *S. segetal* نامیده می‌شدند و بر اساس مونوگراف Frederiksen و Peterson (1998) این جمعیت‌ها تحت نام *S. cereale* ssp. *ancestrale* zhuk. نامگذاری شدند.

بر اساس نتایج تحقیقات Rahiminejad و همکاران (2005) گونه *S. cereale* L. در ایران دارای دو زیرگونه *S. cereale* ssp. *cereale* و *S. cereale* ssp. *ancestrale* و گونه *S. strictum* (c. presl) c. presl دارای زیرگونه *S. strictum* ssp. *strictum* است. مطالعه تاکسونومیک و بازنگری تاکسونومیک جنس *Secale* در ایران توسط این محقق نشان داد که این جنس دارای تنوع بالایی از فرم سنبله، شکنندگی محور سنبله و وجود کرک در زیر سنبله می‌باشد. شکنندگی محور سنبله نیز دارای تنوع بالایی بوده و از کاملاً شکننده تا کاملاً سخت مشاهده شد. از نظر

سنبله در مزرعه و برخی در آزمایشگاه اندازه‌گیری و امتیاز-دهی شدند. این تحقیق در قالب یک طرح مقدماتی مشاهده-ای اجرا گردید، بنابراین مشاهدات دسته‌بندی و روابط بین آنها توصیف شد. آمار توصیفی صفات فنولوژیکی و مورفولوژیکی کمی و کیفی براساس محاسبه مد، میانگین، کمینه، بیشینه و ضریب تغییرات فنوتیپی (CV) برآورد شد. به‌منظور تعیین سهم هر صفت در توجیه واریانس کل، از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استفاده شد. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی به‌عنوان روشی برای روشن نمودن ارتباط بین دو یا چند ویژگی و برای تقسیم واریانس کل ویژگی‌ها و صفات به تعداد محدودی متغیرهای جدید تعریف شده است. همچنین تجزیه تابع تشخیص به‌منظور شناسایی صفات دخیل در تمایز گونه‌ها مورد استفاده قرار گرفت. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای آماری Graphics SPSS 16, Stat Plus2.1 انجام شد.

جدول ۱- گونه و زیرگونه‌های چاودار مورد بررسی در آزمایش

تعداد اکوتیپ	گونه
۴۷	<i>Secale cereale</i> ssp. <i>cereale</i>
۳۱	<i>Secale cereale</i> ssp. <i>ancestrale</i>
۱۳	<i>Secale strictum</i> ssp. <i>strictum</i>
۹۱	کل

سیتوژنتیکی اکوتیپ‌ها و بررسی امکان شناسایی گونه‌های این جنس با استفاده از صفات فنولوژیکی، مورفولوژیکی کمی و کیفی و ارزیابی سیتوژنتیکی، این تحقیق انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش ۹۱ اکوتیپ جنس چاودار (*Secale spp.*) از کلکسیون ژرم‌پلاسما چاودار بانک ژن گیاهی ملی ایران، در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی بخش ژنتیک مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج کشت شدند (جدول ۱). اکوتیپ‌های مورد بررسی در این تحقیق، ابتدا از نظر فنولوژیکی و مورفولوژیکی ارزیابی شدند، سپس مورد ارزیابی سیتوژنتیکی قرار گرفتند.

ارزیابی صفات فنولوژیکی و مورفولوژیکی به‌منظور شناسایی گونه‌های مختلف چاودار و ارزیابی مقدماتی صفات مورفولوژیک و فنولوژیک، کشت اکوتیپ‌ها در خطوط یک متری با فاصله خطوط ۶۰ سانتی‌متر انجام شد. ۲۳ صفت اندازه‌گیری شده شامل پنج صفت فنولوژیکی روز تا ظهور ساقه، روز تا ظهور سنبله، روز تا گلدهی، روز تا رسیدن و دوره پرشدن دانه، هشت صفت مورفولوژیکی کیفی براساس دستورالعمل مؤسسه بین‌المللی ذخایر توارثی (IBPGR, 1985) مطابق جدول ۲ و ۱۰ صفت کمی شامل سطح برگ، ضخامت قاعده پدانکل، طول سنبله و تراکم

جدول ۲- دستورالعمل ارزیابی صفات کیفی در گیاه چاودار (IBPGR, 1985)

صفات	نحوه امتیازدهی
ریزش دانه	شکندگی محور سنبله در گیاه بالغ: ۱. غیر شکنده، ۲. ریزش متوسط، ۳. ریزش کامل
رنگ دانه	۱. سفید، ۲. خاکستری، ۳. سبز، ۴. قهوه‌ای، ۵. بنفش
رنگ ریشک	۱. سیاه، ۲. آبی، ۳. قهوه‌ای، ۴. خاکستری، ۵. بنفش، ۶. قرمز، ۷. قهوه‌ای مایل به زرد، ۸. سفید/کهربایی، ۹. زرد
کرک‌دار بودن گلوم	۱. بدون کرک، ۲. کوتاه، ۳. بلند
رنگ دانه	۱. سفید، ۲. خاکستری، ۳. سبز، ۴. قهوه‌ای، ۵. بنفش، ۶. غیره
کرک‌دار بودن برگ	۱. بدون کرک، ۲. کرک‌دار
رنگ گوشوارک	۱. سفید، ۲. خاکستری، ۳. سبز، ۴. قهوه‌ای، ۵. بنفش
عادت رشد	۱. ایستاده، ۲. نیمه خوابیده، ۳. خوابیده

ارزیابی سیتوژنتیکی

در این تحقیق با هدف مطالعه دقیق کاریوتیپ و مورفولوژی کروموزوم‌ها در دو گونه *S. cereale* و *S. strictum* (*S. montaneum*) و امکان شناسایی این دو گونه با استفاده از خصوصیات کاریوتیپ آنها، از روش اسکواش پیشرفته برای ارزیابی سیتوژنتیکی استفاده شد (Zarifi and Güloğlu, 2016, Zarifi et al., 2006).

پس از مطالعه نمونه اسلایدها در زیر میکروسکوپ نوری دوربین‌دار ZEISS با بزرگنمایی $\times 1000$ شش صفحه متافازی مناسب عکس‌برداری گردید و برای تهیه کاریوتیپ و اندازه‌گیری پارامترهای کروموزوم‌ها شامل طول بازوی کوتاه، طول بازوی بلند، نسبت بازوی کوتاه به بلند، تعداد ماهواره (Satellite)، طول کل کروموزوم‌های عدد پایه، طول کل کروموزوم و طول متوسط کروموزوم مورد استفاده قرار گرفت. پارامترها با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و SPSS 16.0 تحلیل شدند.

نتایج

پارامترهای توصیفی

تحلیل پارامترهای آمار توصیفی صفات فنولوژیکی (جدول ۳) و مورفولوژیکی کمی و کیفی (جدول ۴ و ۵) برای زیرگونه‌ها به‌طور جداگانه انجام شد. براساس پارامترهای آمار توصیفی در صفات فنولوژیکی، به نظر می‌رسد صفات تعداد روز تا ظهور ساقه، روز تا ظهور سنبله و روز تا گلدهی و رسیدن به‌طور مشخصی در دو زیرگونه *S. cereale* L. و *S. cereale* L. ssp. *cereale* برای *S. strictum* C. کوتاه‌تر از گونه *S. strictum* Presl. ssp. *strictum* می‌باشد. به‌عنوان مثال صفت روز

تا رسیدن در دو زیرگونه زراعی *ancestral* و *cereale* به‌ترتیب ۲۱۷ و ۲۲۱ روز و در زیرگونه وحشی *strictum* ۲۷۲ روز بود (جدول ۳). این در حالی است که صفت دوره پرشدن دانه، در گونه اخیر کوتاه‌تر از دو گونه دیگر بود. از این‌رو به نظر می‌رسد که گونه وحشی دوره رشد رویشی طولانی‌تری نسبت به گونه زراعی داشت اما دوره رشد زایشی آن کوتاه‌تر بود.

بررسی آمار توصیفی در صفات کیفی (جدول ۴) نشان می‌دهد که برخی از این صفات مانند کرک‌دار بودن گلوم، رنگ دانه، ریزش دانه، کرک‌دار بودن برگ و عادت رشد در گونه‌های مورد ارزیابی تفاوت نشان داده‌اند. صفت کرک‌دار بودن گلوم و عادت رشدی در *S. cereale* L. *ancestral* ssp. با دو زیرگونه دیگر تفاوت نشان داد و در این زیرگونه گلوم دارای کرک کوتاه و عادت رشدی نیمه‌خوابیده بود (جدول ۲). صفت رنگ دانه در زیرگونه وحشی *strictum* سفید بود. ریزش کامل دانه در زیرگونه وحشی *strictum* و ریزش متوسط در زیرگونه *ancestral* مشاهده شد، ولی زیرگونه زراعی *cereale* فاقد ریزش دانه بود.

در بررسی آمار توصیفی صفات کمی مورد ارزیابی نیز برخی صفات به‌طور مشخصی در بین گونه‌ها تفاوت نشان داده‌اند (جدول ۵). صفات سطح برگ پرچم، ضخامت پدانکل، طول سنبله و تراکم سنبله در زیرگونه زراعی *cereale* بالاترین میانگین (به‌ترتیب ۴/۱۴، ۱/۱۲، ۱۳/۳۸ و ۳۷/۹۱) و در زیرگونه وحشی *strictum* پایین‌ترین میانگین (۲/۶۵ و ۰/۹۷، ۱۰/۹۴، ۳۰/۲۱) را به خود اختصاص دادند. صفت ارتفاع بوته نیز در زیرگونه‌های *cereal* و *ancestral* میانگین بالاتری نسبت به زیرگونه وحشی *strictum* داشت.

جدول ۳- پارامترهای آمار توصیفی صفات فنولوژیکی اندازه گیری شده در گونه های چاودار

<i>S. stricticum</i> C. Presl. ssp. strictum				<i>S. cereale</i> L. ssp. ancestral				<i>S. cereale</i> L. ssp. cereale				نام صفات
CV	Mean	Max	Min	CV	Mean	Max	Min	CV	Mean	Max	Min	
۱۷/۵۹	۱۵/۸۵۱	۲۲۳	۸۴۱	۱۰/۱۹	۱۴۰/۱۳	۱۷۰	۱۲۸	۱۱/۱۴	۱۳۹/۳۹	۱۷۸	۱۲۴	روز تا ظهور ساقه
۱۴/۲	۰/۷۲۰۷	۲۳۷	۸۷۱	۳/۶۸	۱۷۳/۳۲	۱۹۶	۱۶۶	۴/۸۲	۱۷۶/۲	۱۹۵	۱۶۶	روز تا ظهور سنبله
۱۲/۳	۰/۷۲۱۶	۲۳۹	۴۹۱	۴/۷۴	۱۸۰/۳۵	۲۱۰	۱۷۲	۴/۴۸	۱۸۱/۳۵	۲۰۲	۱۷۲	روز تا گلدهی
۱۵/۱۴	۲۷۲/۶۴	۳۲۷	۸۱۲	۴/۵۶	۲۱۷/۷۴	۲۴۲	۲۰۸	۴/۲۹	۲۲۱/۱۳	۲۴۰	۲۰۸	روز تا رسیدن
۲۱/۱۶	۲۹/۶۴	۴۶	۲۴	۱۷/۸۷	۳۳/۶۸	۴۶	۲۴	۱۳/۸۶	۳۴/۵۹	۴۵	۲۴	دوره پر شدن دانه

جدول ۴- پارامترهای آمار توصیفی صفات مورفولوژیکی کیفی اندازه گیری شده در گونه های چاودار

<i>S. stricticum</i> C. Presl. ssp. strictum			<i>S. cereale</i> L. ssp. ancestral			<i>S. cereale</i> L. ssp. cereale			نام صفات
Mode	Max	Min	Mode	Max	Min	Mode	Max	Min	
۱	۳	۱	۱	۳	۱	۱	۳	۱	رنگ ریشک
۱	۲	۱	۱	۲	۱	۱	۲	۱	رنگ گلوم
۱	۳	۱	۲	۳	۱	۱	۳	۱	کرک دار بودن گلوم
۱	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	رنگ دانه
۳	۳	۱	۲	۲	۲	۱	۱	۱	ریزش دانه
۲	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	کرک دار بودن برگ
۱	۲	۱	۲	۲	۱	۱	۲	۱	عادت رشد
۱	۲	۱	۱	۲	۱	۱	۲	۱	رنگ گوشوارک

جدول ۵- پارامترهای آمار توصیفی صفات مورفولوژیکی کمی اندازه گیری شده در گونه های چاودار

<i>S. stricticum</i> C. Presl. ssp. strictum				<i>S. cereale</i> L. ssp. ancestral				<i>S. cereale</i> L. ssp. cereale				نام صفات
CV	Mean	Max	Min	CV	Mean	Max	Min	CV	Mean	Max	Min	
۳۰/۶۶	۲/۶۵	۴/۴۵	۱/۲۸	۴۳/۸۸	۳/۵۵	۸/۴۵	۱/۷۸	۵۱/۱۷	۴/۱۴	۹/۴۹	۱/۱۱	سطح برگ (cm ²)
۱۸/۹۷	۰/۹۷	۱/۱	۰/۶۶	۲۴/۳۱	۱/۰۱	۱/۷۶	۰/۱۱	۱۲/۶۸	۱/۱۲	۱/۴۶	۰/۸۳	ضخامت پدانکل (cm)
۱۵/۰۳	۱۰/۹۴	۱۳/۸۸	۶/۸۳	۱۱/۶۴	۱۲/۴۲	۱۴/۵	۷/۶۳	۱۲/۱۸	۱۳/۳۸	۱۸/۶	۱۰/۵	طول سنبله (cm)
۱۹/۳۵	۳۰/۲۱	۴۱	۱۸	۱۱/۶۳	۳۴/۵۸	۴۰	۲۶	۱۰/۲۲	۳۷/۹۱	۴۴	۲۷	تراکم سنبله
۳۳/۰۴	۷۹/۹۳	۱۲۳	۳۶	۲۵/۹۶	۸۶/۵۲	۱۲۰	۵۲	۲۶/۱۶	۹۰/۹۳	۱۳۲	۵۴	تعداد گلچه در سنبله
۲۰/۳۵	۵۹/۷۱	۸۲	۳۶	۱۱/۶۳	۶۹/۱۶	۸۰	۵۲	۱۶/۳۷	۷۷/۷۶	۱۲۹	۵۴	تعداد دانه در سنبله
۳۰/۹۱	۳/۲۹	۵/۵	۱	۱۷/۴۹	۴/۰۵	۵/۷۵	۲/۶۷	۲۸/۱۷	۴/۵۹	۸/۵	۲/۵۹	طول ریشک (cm)
۱۸/۲۱	۲۵/۰۳	۳۳/۱۵	۱۹/۶۳	۱۱/۶۹	۲۹/۵۶	۳۵	۲۱	۱۰/۳۵	۳۰/۱۸	۳۶/۳	۲۳	طول پدانکل (cm)
۳۰/۱۸	۱/۸۴	۳	۱	۲۱/۷۷	۲/۷۵	۴/۲۵	۱/۶	۲۲/۴۹	۲/۵	۴/۲۵	۱/۳۳	طول میانگره (cm)
۲۰/۴۲	۷۱/۰۷	۱۰۰	۴۷	۱۳/۹۹	۹۴/۴۲	۱۱۵	۶۵	۱۳/۶۲	۹۵/۳۷	۱۱۵	۶۰	ارتفاع بوته (cm)

به منظور ارزیابی و مقایسه دقیق تر این صفات در گونه های

تجزیه به مؤلفه های اصلی

صفات فنولوژیکی (شکل ۱) نشان می‌دهد که دو گونه چاودار به خوبی از هم متمایز شده‌اند و زیرگونه وحشی *S. stricticum* دارای بالاترین ضرایب در مؤلفه اول می‌باشند و عمدتاً در ربع سوم نمودار قرار گرفته‌اند. در حالی که اکوتیپ‌های گونه زراعی در ربع دوم نمودار قرار دارند. قرار گرفتن اکوتیپ‌های زیرگونه وحشی *Strictum* در نزدیکی بردار صفات روز تا ظهور سنبله و روز تا گلدهی نشان می‌دهد که این اکوتیپ‌ها دارای مقادیر بالاتری در این صفات بوده، از این رو نسبت به گونه زراعی طول دوره رشد رویشی طولانی‌تری داشتند. بنابراین با توجه به اینکه زیرگونه وحشی *Strictum* در سمت چپ نمودار پراکنش دارد، دیررس‌تر از دو گونه دیگر می‌باشد و گونه زراعی جنس *Secale* زودرس‌تر از گونه وحشی آن بود.

مورد بررسی، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای صفات مورد ارزیابی به طور جداگانه انجام شد (جدول‌های ۶، ۷ و ۸) و نمودار دو مؤلفه اصلی اول و دوم مورد بحث قرار گرفت (نمودارهای ۱، ۲ و ۳).

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در صفات فنولوژیکی (جدول ۶) نشان داد که دو مؤلفه در تشکیل ماتریس ضرایب شرکت کردند که در مجموع ۸۰/۹۴ درصد از واریانس صفات را توجیه می‌کنند. در مؤلفه اول ۵۶/۹۹ درصد از تغییرات مشاهده شده را به خود اختصاص داده است. صفات روز تا ظهور سنبله و روز تا گلدهی بزرگترین ضرایب را دارند (جدول ۶). مؤلفه دوم با واریانس ۲۳/۹۵٪ بزرگترین ضرایب را به صفت فنولوژیکی دوره پر شدن دانه و روز تا ظهور ساقه اختصاص داد.

نمودار بای‌پلات مؤلفه‌های اصلی اول و دوم براساس

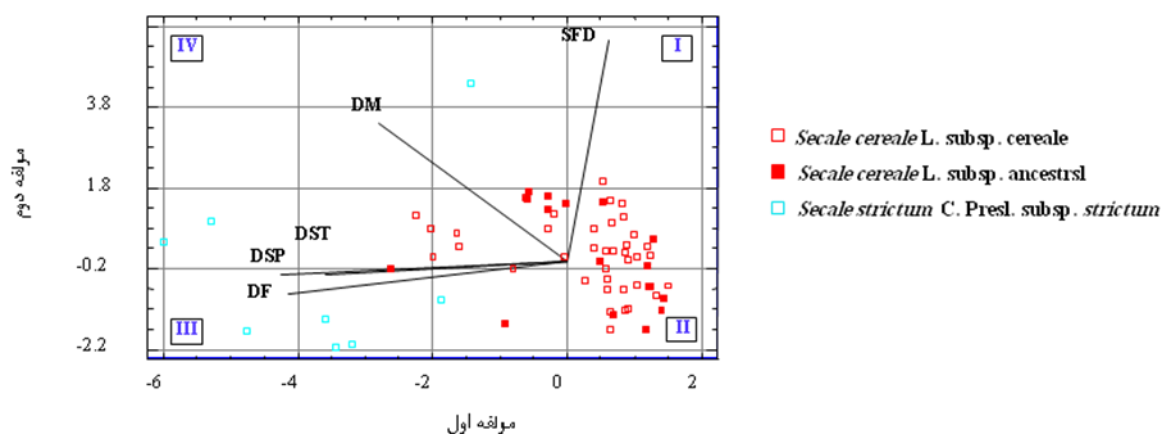
جدول ۶- مقادیر ویژه، واریانس نسبی و ضرایب متغیرها برای دو مؤلفه اصلی در صفات فنولوژیکی اکوتیپ‌های چاودار

Components		Traits	صفات
مؤلفه ۲	مؤلفه ۱		
-۰/۰۵۲	-۰/۵۶۶	Days to Flowering	روز تا گلدهی
-۰/۰۵۳	-۰/۴۷۷	Days to Maturity	روز تا رسیدن
-۰/۱۲۴	-۰/۵۵۱	Days to Spike Emergence	روز تا ظهور سنبله
۰/۵۱۹	-۰/۳۷۳	Days to Stem Emergence	روز تا ظهور ساقه
۰/۸۴۲	۰/۰۸۳	Seed Filling Duration	دوره پر شدن دانه
۱/۱۹	۲/۸۴	Eigen value	مقادیر ویژه
۲۳/۹۵	۵۶/۹۹	Percent of Variance	واریانس نسبی
۸۰/۹۴	۵۶/۹۹	Cumulative Percentage	واریانس تجمعی

اعدادی که زیر آنها خط کشیده شده دارای ضریب بردارهای ویژه بیشتری در مؤلفه مورد نظر هستند.

دانه و رنگ گوشوارک و کرک‌دار بودن برگ بزرگترین ضریب را دارند. مؤلفه دوم با واریانس ۱۷/۲۲٪ بزرگترین ضرایب را به صفت عادت رشد (با علامت مثبت) و رنگ ریشک (با علامت منفی) اختصاص داد. در مؤلفه سوم، به ترتیب کرک‌دار بدون گلوم و رنگ گلوم بالاترین ضرایب را دارند (جدول ۷).

در بررسی صفات مورفولوژیکی کیفی (جدول ۷) تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که سه مؤلفه در تشکیل ماتریس ضرایب شرکت کردند و در مجموع ۵۶/۶ درصد از واریانس صفات را توجیه می‌کنند. در مؤلفه اول که ۲۴/۶۲ درصد از تغییرات مشاهده شده را به خود اختصاص داد صفات ریش

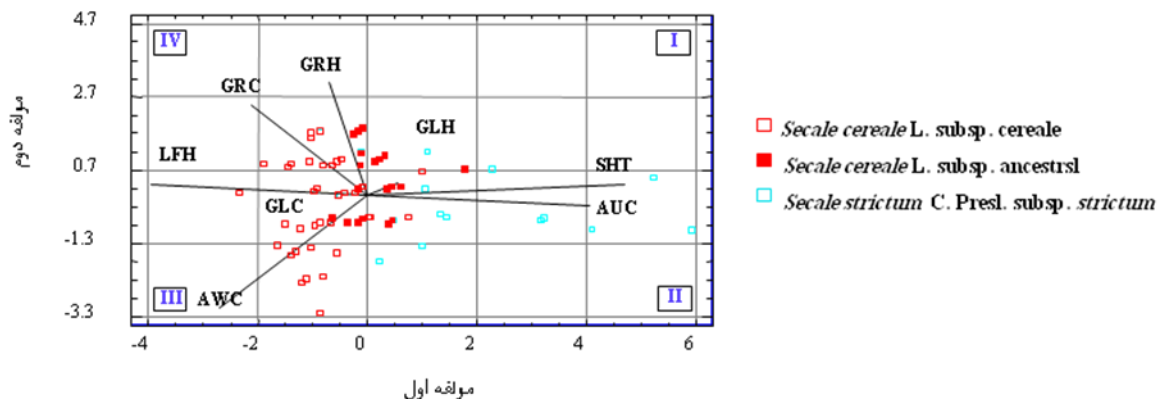


شکل ۱- نمودار بای پلات مؤلفه‌های اصلی در صفات فنولوژیکی مورد ارزیابی اکوتیپ‌های چاودار (SFD: طول دوره پرشدن دانه، DM: تعداد روز تا رسیدن، DST: تعداد روز تا ظهور ساقه، DSP: تعداد روز تا ظهور سنبله، DF: تعداد روز تا گلدهی)

جدول ۷- مقادیر ویژه، واریانس نسبی و ضرایب متغیرها برای مؤلفه‌های اصلی در صفات مورفولوژیکی کیفی اکوتیپ‌های چاودار

Components			Traits	نام صفات
مؤلفه ۳	مؤلفه ۲	مؤلفه ۱		
۰/۰۷۱	۰/۰۶۲	-۰/۴۸۲	Leaf hairiness	کرک‌دار بودن برگ
-۰/۱۹۹	۰/۰۶۵	۰/۵۶۸	Shattering	ریزش دانه
-۰/۰۷۳	-۰/۰۵۵	۰/۴۹۱	Auricle color	رنگ گوشوارک
۰/۰۲۳	-۰/۶۰۶	-۰/۳۲۷	Awn color	رنگ ریشک
-۰/۳۷۳	۰/۴۹۱	-۰/۲۵۷	Grain color	رنگ دانه
۰/۲۸۲	۰/۶۱۱	-۰/۰۸۴	Growth habit	عادت رشد
-۰/۵۶۶	۰/۰۲۶	-۰/۱۳۴	Glum color	رنگ گلوم
۰/۶۳۹	-۰/۰۶۸	۰/۰۶۷	Glum hairiness	کرک‌دار بودن گلوم
۱/۱۹	۱/۳۷	۱/۹۶	Eigenvalue	مقادیر ویژه
۱۴/۸۲	۱۷/۲۲	۲۴/۶۲	Percent of Variance	واریانس نسبی
۵۶/۶۶	۴۱/۸۳	۲۴/۶۲	Cumulative Percentage	واریانس تجمعی

اعدادی که زیر آنها خط کشیده شده دارای ضریب بردارهای ویژه بیشتری در مؤلفه مورد نظر هستند.



شکل ۲- نمودار بای پلات دو مؤلفه اصلی برای صفات مورفولوژیکی مورد ارزیابی در اکوتیپ‌های چاودار (AWC: رنگ ریشک، GLC: رنگ گلوم، LFH: کرک‌دار بودن برگ، GRC: رنگ دانه، GRH: عادت رشدی، GLH: کرک‌دار بودن گلوم، SHT: ریزش دانه، AUC: رنگ گوشوارک)

۴۵/۳۷ درصد از تغییرات مشاهده شده را به خود اختصاص داد صفات تعداد دانه در سنبله و تراکم سنبله بزرگترین ضریب را دارند (جدول ۸). مؤلفه دوم با واریانس ۱۴/۲۳٪ بزرگترین ضریب را به صفت طول میانگرم اختصاص داده است و در مؤلفه سوم، صفت سطح برگ بالاترین ضریب را دارد.

نمودار بای پلات مؤلفه‌های اصلی اول و دوم براساس صفات کمی (شکل ۳) نشان می‌دهد که این صفات به خوبی دو گونه وحشی و زراعی چاودار را تفکیک نموده‌اند و اکوتیپ‌های گونه وحشی عمدتاً در ربع سوم نمودار قرار گرفته‌اند. قرار گرفتن اکوتیپ‌های گونه *S. cereale* در نزدیکی اغلب بردارهای صفات کمی نشان می‌دهد که اکوتیپ‌های گونه زراعی نسبت به گونه وحشی، مقادیر بالاتری در صفات کمی به‌ویژه تراکم سنبله و تعداد سنبله در سنبله داشتند.

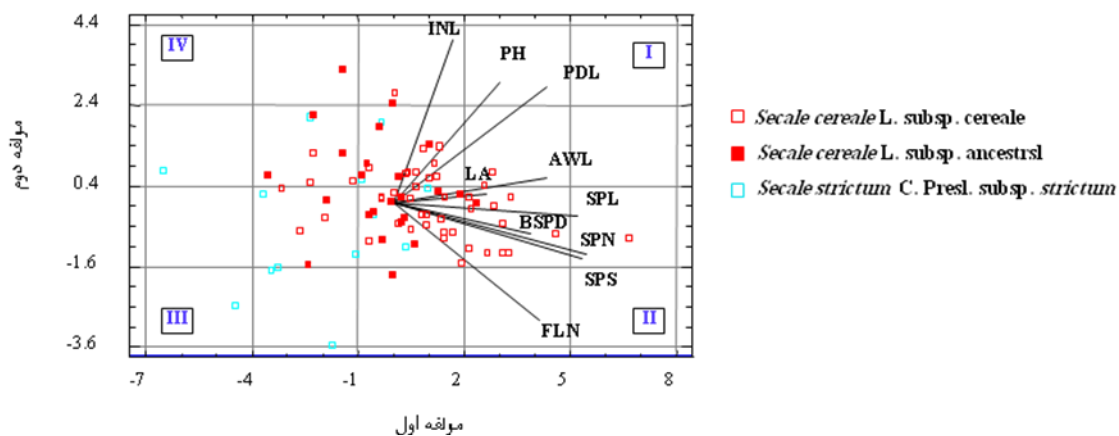
نمودار بای پلات مؤلفه‌های اصلی اول و دوم براساس صفات مورفولوژیکی (شکل ۲) نشان می‌دهد که این صفات به خوبی دو گونه وحشی و زراعی چاودار را از هم تفکیک نموده‌اند و حتی دو زیرگونه *S. cereale* نیز تقریباً متمایز هستند و عمدتاً در ربع سوم و چهارم نمودار قرار گرفته‌اند. در حالی که اکوتیپ‌های گونه وحشی در ربع دوم نمودار قرار دارند. قرار گرفتن اکوتیپ‌های گونه *striticum* در نزدیکی بردار صفات ریزش دانه و رنگ گوشوارک را نشان می‌دهد. این اکوتیپ‌ها نسبت به گونه زراعی برگ‌های کرک‌دار و رنگ گوشوارک تیره‌تری داشتند و حساس به ریزش بودند (جدول ۱).

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در صفات کمی مورد ارزیابی در اکوتیپ‌های چاودار (جدول ۸) نشان داد که سه مؤلفه در تشکیل ماتریس ضرایب شرکت کردند و در مجموع ۷۲/۴۲ درصد از واریانس صفات را توجیه می‌کنند. در مؤلفه اول که

جدول ۸- مقادیر ویژه، واریانس نسبی و ضرایب متغیرها برای مؤلفه‌های اصلی در صفات کمی اکوتیپ‌های چاودار

Components			Traits	نام صفات
مؤلفه ۳	مؤلفه ۲	مؤلفه ۱		
۰/۳۰۴	-۰/۰۴۹	۰/۳۹۴	Spike length	طول سنبله
۰/۱۴۱	-۰/۲۰۶	۰/۴۰۴	Spike density	تراکم سنبله
-۰/۰۱۲	-۰/۱۸۸	۰/۴۱۴	Seeds per spike	تعداد دانه در سنبله
-۰/۰۹۳	-۰/۱۱۵	۰/۲۹۴	Peduncle base diameter	ضخامت قاعده پدانکل
۰/۴۳۲	۰/۵۸۸	۰/۱۲۸	Inter node length	طول میانگره
۰/۲۴۳	-۰/۴۳۰	۰/۳۱۳	Flowers per spike	تعداد گلچه در سنبله
۰/۰۸۶	۰/۴۲۱	۰/۳۳۱	Peduncle length	طول پدانکل
-۰/۲۳۱	۰/۴۳۴	۰/۲۲۶	Plant height	ارتفاع بوته
-۰/۳۶۷	۰/۰۹	۰/۳۲۸	Awn length	طول ریشک
-۰/۶۶۱	۰/۰۳۱	۰/۲	Leaf area	سطح برگ
۱/۲۸	۱/۴۲	۴/۵۳	Eigenvalue	مقادیر ویژه
۱۲/۸۱	۱۴/۲۳	۴۵/۳۷	Percent of Variance	واریانس نسبی
۷۲/۴۲	۵۹/۵۹	۴۵/۳۷	Cumulative Percentage	واریانس تجمعی

اعدادی که زیر آنها خط کشیده شده دارای ضریب بردارهای ویژه بیشتری در مؤلفه مورد نظر هستند.

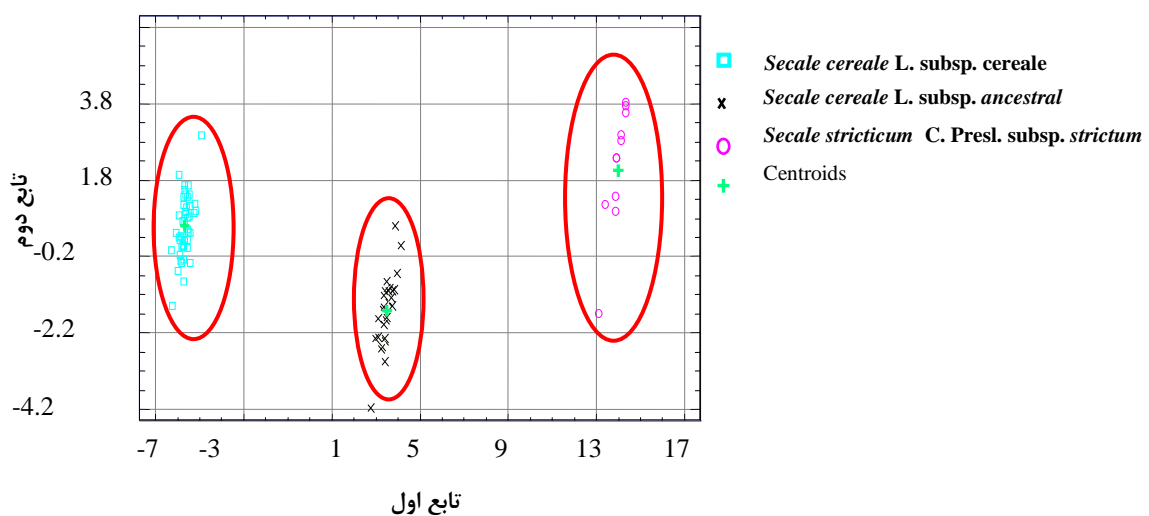


شکل ۳- نمودار بای پلات دو مؤلفه اصلی برای صفات کمی مورد ارزیابی در اکوتیپ‌های چاودار (PH: ارتفاع بوته، INL: طول میانگره، PDL: طول پدانکل، LA: سطح برگ، AWL: طول ریشک، SPL: طول سنبله، BSPD: ضخامت قاعده پدانکل، SPN: تراکم سنبله، SPS: تعداد دانه در سنبله، FLN: تعداد گلچه در سنبله)

تجزیه تابع تشخیص

به منظور شناسایی و معرفی مهمترین صفات تفکیک کننده در گونه‌های چاودار، تجزیه تابع تشخیص بر روی کل ۲۳ صفت مورد ارزیابی در اکوتیپ‌های چاودار انجام شد (شکل ۴). در تابع اول که ۹۶/۴۵ درصد از واریانس را به خود اختصاص داده است، بالاترین ضرایب مربوط به صفات روز تا رسیدن (۱/۱۴) و ریزش دانه (۱/۵۱) می‌باشد. تابع اول

که محور افقی در شکل ۴ می‌باشد، به خوبی گونه وحشی و زراعی و حتی زیرگونه‌های گونه زراعی *S. cereale* را متمایز کرده است. از این رو این موضوع اهمیت بالای این دو صفت را در تفکیک و شناسایی گونه‌های جنس چاودار نمایان می‌کند. در تابع دوم که درصد واریانس بسیار کمتری را به خود اختصاص داده است (۳/۵۵ درصد)، بیشترین ضریب مربوط به وزن صدانه و طول میانگره است.



شکل ۴- موقعیت زیرگونه‌های چاودار بر اساس مقادیر حاصل از توابع تشخیص اول و دوم صفات فنولوژیکی و مورفولوژیکی کمی و کیفی

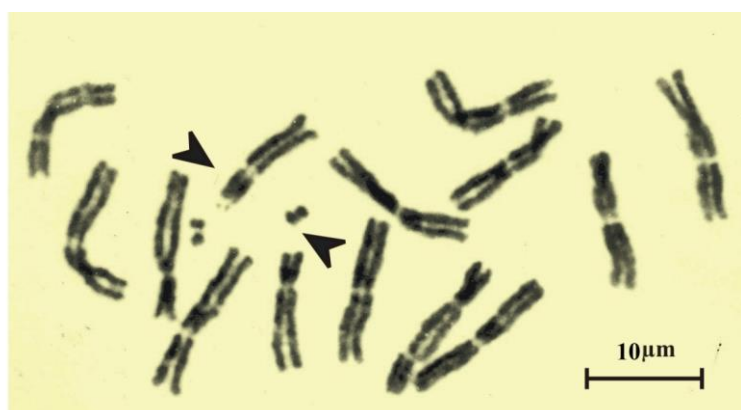
بررسی تنوع سیتوژنتیکی

بررسی سیتولوژی کروموزوم‌های دو گونه *S. cereale* و *S. strictum* نشان داد که تعداد کروموزوم‌های سوماتیکی در هر دو گونه ۱۴ کروموزوم و دیپلوئید ($2n=2x=14$) می‌باشد (شکل ۵a و ۶a). یک جفت ماهواره بر روی بازوی کوتاه کروموزوم شماره ۷ در هر دو گونه قرار دارد، این ماهواره‌ها به‌عنوان نشانگر کروموزومی در بین دیگر کروموزوم‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (۵a و ۶a). پس از تهیه کاریوگرام این دو گونه با استفاده از ۶ صفحه متافازی، تیپ کروموزوم‌ها به روش Levan و همکاران (۱۹۶۴) تعیین و مشخص شد.

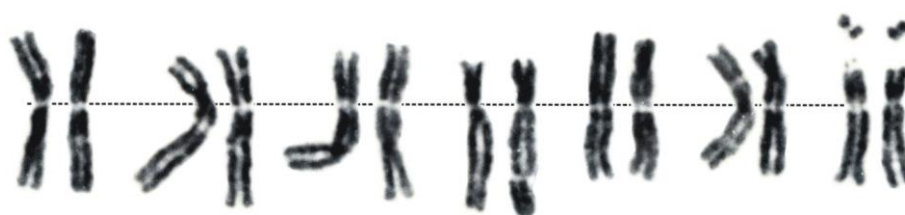
در گونه *S. cereale* طول بلندترین کروموزوم (شماره ۱) $15/89 \pm 0/51$ میکرون و تیپ این کروموزوم ساب-متاساتریک بود (جدول ۹). طول کوتاه‌ترین کروموزوم (شماره ۷) $12/89 \pm 0/28$ میکرون و تیپ این کروموزوم نیز ساب-متاساتریک بود. در گونه *S. strictum* طول بلندترین کروموزوم (شماره ۱) $12/35 \pm 0/31$ میکرون و تیپ این کروموزوم متاساتریک بود. طول کوتاه‌ترین کروموزوم (شماره ۷) $9/99 \pm 0/16$ میکرون و تیپ این کروموزوم ساب-متاساتریک بود. از مجموع هفت جفت کروموزوم، یک جفت کروموزوم که دارای ماهواره بوده در هر دو گونه

فرمول کروموزومی این گونه به صورت $2n=2x=14=4m+2sm+1sm^{sat}$ می باشد. ویژگی کروموزوم های هر دو گونه در جدولهای (۹ و ۱۰) آمده است.

در مرتبه ۷ قرار داشت و در هر دو گونه ساب متاسانتریک بود (جدول ۹). متوسط نسبت بازوها در گونه *S. cereale* برابر با $1/69$ میکرون و فرمول کروموزومی این گونه به صورت $2n=2x=14=5m+1sm+1sm^{sat}$ است. متوسط نسبت بازوها در گونه *S. strictum* برابر با $1/62$ میکرون و



(a)



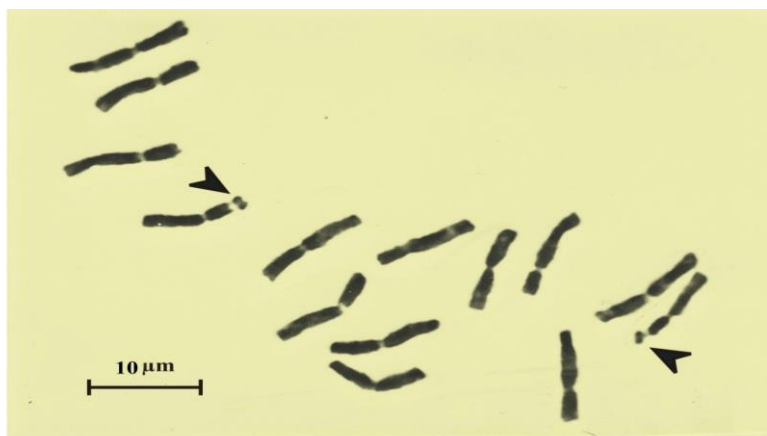
(b)

شکل ۵- (a) کروموزوم های میتوزی گونه *S. cereale* L. در مرحله متافازی ($2n=2x=14$)، (b) کاردیوگرام کروموزوم های میتوزی

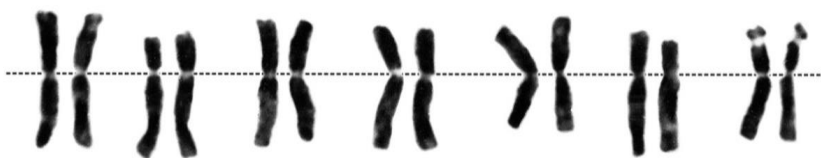
گونه *S. cereale* L. ($2n=2x=14$)

جدول ۹- ویژگی های پارامتری (میانگین \pm خطای استاندارد) کاریوتیپ گونه *S. cereale* L. (میکرومتر)

ماهواره	شاخص سانترومر	نسبت طول بازو	بازوی کوتاه	بازوی بلند	مجموع طول بازوها	جفت
	$36/45 \pm 2/73$	$1/88 \pm 0/21$	$5/78 \pm 0/47$	$10/09 \pm 0/53$	$15/88 \pm 0/51$	۱
	$38/98 \pm 1/89$	$1/62 \pm 0/12$	$6/05 \pm 0/35$	$9/44 \pm 0/34$	$15/49 \pm 0/36$	۲
	$42/36 \pm 1/65$	$1/39 \pm 0/10$	$6/35 \pm 0/21$	$8/71 \pm 0/41$	$15/06 \pm 0/34$	۳
	$40/26 \pm 2/16$	$1/55 \pm 0/14$	$5/91 \pm 0/41$	$8/67 \pm 0/27$	$14/58 \pm 0/37$	۴
	$39/97 \pm 2/94$	$1/64 \pm 0/21$	$5/52 \pm 0/39$	$8/34 \pm 0/48$	$13/85 \pm 0/27$	۵
	$39/45 \pm 2/96$	$1/67 \pm 0/21$	$5/21 \pm 0/35$	$8/09 \pm 0/52$	$13/30 \pm 0/34$	۶
$1/28 \pm 0/05$	$32/27 \pm 0/83$	$2/11 \pm 0/07$	$3/74 \pm 0/13$	$7/86 \pm 0/23$	$12/89 \pm 0/28$	۷
$1/28$	$38/54$	$1/69$	$5/51$	$8/744$	$14/43$	مجموع



(a)



(b)

شکل ۶- (a) کروموزوم‌های میتوزی گونه *S. strictum* L. در مرحله متافازی ($2n=2x=14$), (b) کاردیوگرام کروموزوم‌های میتوزی

گونه *S. strictum* L. ($2n=2x=14$)

جدول ۱۰- ویژگی‌های پارامتری (میانگین \pm خطای استاندارد) کاریوتیپ گونه *S. strictum* L. (میکرومتر)

ماهواره	شاخص ساترومر	نسبت طول بازو	بازوی کوتاه	بازوی بلند	مجموع طول بازوها	جفت
	۴۶/۲۹ \pm ۱/۰۶	۱/۱۶ \pm ۰/۰۵	۵/۷۱ \pm ۰/۲۰	۶/۶۳ \pm ۰/۲۱	۱۲/۳۵ \pm ۰/۳۱	۱
	۳۴/۱۹ \pm ۱/۱۱	۱/۹۴ \pm ۰/۰۹	۳/۹۸ \pm ۰/۱۵	۷/۶۷ \pm ۰/۲۱	۱۱/۶۶ \pm ۰/۲۴	۲
	۴۲/۳۶ \pm ۱/۵۸	۱/۳۸ \pm ۰/۰۹	۴/۸۸ \pm ۰/۲۷	۶/۶۱ \pm ۰/۱۶	۱۱/۴۹ \pm ۰/۲۸	۳
	۴۳/۹۲ \pm ۱/۴۱	۱/۲۹ \pm ۰/۰۸	۴/۸۱ \pm ۰/۱۶	۶/۱۵ \pm ۰/۲۴	۱۰/۹۶ \pm ۰/۲۴	۴
	۳۰/۹۳ \pm ۰/۵۶	۲/۲۴ \pm ۰/۰۶	۳/۲۸ \pm ۰/۰۹	۷/۳۲ \pm ۰/۱۹	۱۰/۶۱ \pm ۰/۲۶	۵
	۴۴/۳۱ \pm ۲/۶۳	۱/۳۳ \pm ۰/۱۸	۴/۵۲ \pm ۰/۳۰	۵/۶۹ \pm ۰/۳۷	۱۰/۲۱ \pm ۰/۴۰	۶
۱/۴۷ \pm ۰/۰۷	۲۹/۳۷ \pm ۰/۶۱	۱/۹۶ \pm ۰/۰۶	۲/۹۳ \pm ۰/۰۷	۵/۷۶ \pm ۰/۲۴	۹/۹۹ \pm ۰/۱۶	۷
۱/۴۷	۳۸/۷۶	۱/۶۲	۴/۳	۶/۵۵	۱۱/۰۴	مجموع

بحث

بودند که در بین گونه‌ها تفاوت نشان دادند. در بین صفات کیفی، صفت شکنندگی سنبله (ریزش دانه) از نظر تاکسونومیک و شناسایی گونه‌ها مهم و بارز است. براساس نتایج این تحقیق تنوع مشاهده شده در این صفت قابلیت بالایی در تمایز گونه‌های چاودار داشت. براساس این صفت، اکوتیپ‌های ژنتیکی که دارای سنبله محکم و بدون

بررسی صفات فنولوژیکی، مورفولوژیکی (کمی و کیفی) و سیتوزنتیکی در جمعیت‌های چاودار با توجه به پارامترهای آمار توصیفی، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه تابع تشخیص نشان داد که در بین صفات فنولوژیکی صفت روز تا گلدهی و روز تا رسیدن صفات بسیار مهمی

اگرچه بسیاری از محققان صفات کمی را به دلیل تأثیر پذیرفتن از شرایط اکولوژیکی و تنش‌های محیطی در تفکیک گونه‌ها ناکارآمد گزارش نمودند (Nybom and Bartish, 2000) اما در این تحقیق بررسی پارامترهای آمار توصیفی و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در صفات کمی نشان داد که این صفات در گونه‌های مورد بررسی دارای دامنه تنوع متفاوتی می‌باشند و قابلیت تمایز گونه‌های زراعی و وحشی چاودار را دارند. از بین این صفات، صفت تراکم سنبله و تعداد دانه در سنبله دارای ضرایب بالاتر و اهمیت بیشتری بودند. ناصرنخی نیز این صفات را به‌عنوان صفاتی مهم در تمایز بین گونه‌های چاودار معرفی کرد (Nasernakhaei and Rahiminejad, 2007).

ارزیابی سیتولوژیکی دو گونه *S. cereale* و *S. montanum* نشان داد که تعداد کروموزوم‌های سوماتیکی در هر دو گونه ۱۴ کروموزوم ($2n=2x=14$) و دیپلوئید می‌باشند ولی تفاوت قابل تشخیصی در طول کروموزوم‌ها و متوسط نسبت بازوها در این دو گونه مشاهده شد و نتایج نشان داد که صفت طول کروموزوم و متوسط نسبت بازوها در گونه *S. cereale* بیشتر از گونه وحشی *S. montanum* می‌باشد. این موضوع می‌تواند در شناسایی سیتوژنتیکی این دو گونه از هم مورد استفاده قرار گیرد.

ارزیابی مقدماتی این ۹۱ اکوتیپ چاودار از بانک ژن گیاهی ملی ایران، نشان‌دهنده دامنه وسیع تنوع صفات مرفولوژیکی، فنولوژیکی و آگرونومیکی در این منابع بود، به‌طوری‌که احتمال دارد ناشی از تفاوت‌های اقلیمی در زیستگاه اصلی آنها بوده و حاصل از سیر تکاملی آنها در طی سالها باشد. تنوع این جمعیت‌ها نشانگر قابلیت بالای این منابع ژنتیکی در بکارگیری آنها در برنامه‌های به‌نژادی می‌باشد.

منابع مورد استفاده

Abbasi, M.R. 2008. Evaluation of genetic diversity in red clover collection at National Plant Gene Bank of Iran. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 15(4): 324-

ریزش دانه بودند متعلق به زیرگونه *S. cereale* ssp. *cereale* بوده و اکوتیپ‌هایی که دارای ریزش متوسط سنبله بودند متعلق به زیرگونه *S. cereale* ssp. *ancestrale* بوده و آنهایی که ریزش کامل داشتند متعلق به گونه *S. strictum* بودند. در کلید شناسایی ارائه شده برای این گونه نیز شکنندگی سنبله یکی از صفات متمایزکننده زیرگونه‌های سرده *Secale* L. می‌باشد (Frederiksen and Peterson, 1998). نتیجه این تحقیق مطابق با مطالعات Alijarahi و Sheydaei (2011) بود. آنان با استفاده از تجزیه به مؤلفه های اصلی نشان دادند که شکنندگی سنبله بیشترین ضریب را در مؤلفه اول به خود اختصاص داده و می‌تواند در تشخیص گونه‌ها مفید واقع شود. همچنین نتایج مطابق با بررسی‌های انجام شده توسط Nasernakhaei و Rahiminejad (2007) می‌باشد. علاوه بر صفت ریزش‌دانه، صفت کمی مهم دیگر صفت رنگ گوشوارک بود که بر اساس نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، این صفت در گونه وحشی دارای رنگ تیره‌تری بود. بررسی رنگ گوشوارک در نمونه‌های ژنتیکی چاودار نشان داد که گونه‌ها و زیرگونه‌های *S. cereal* دارای رنگ گوشوارک سبز می‌باشند، درحالی‌که اغلب اکوتیپ‌های *S. strictum* ssp. *strictum* دارای رنگ گوشوارک بنفش می‌باشد. این صفت می‌تواند در تمایز زیرگونه‌های *S. strictum* مفید واقع شود. در بررسی تنوع ژنتیکی و جغرافیایی جمعیت‌های چاودار، Gholyzadeh و همکاران (2018) گزارش کردند که صفات شکنندگی سنبله، کرک‌دار بودن برگ، رنگ ساقه و گوشوارک ارزش تاکسونومیکی بالایی داشتند.

صفت شکنندگی محور سنبله علاوه بر تنوع بین گونه‌ای، در بین اکوتیپ‌های یک گونه نیز تنوع نشان داد، این نتیجه توجیه‌کننده تناقضاتی بود که در تحقیقات محققان قبلی نیز گزارش شده بود (Boissier, 1879, Bor, 1970, Parsa, 1950, Frederiksen and Peterson, 1998)؛ ولی بررسی تعداد بیشتری از اکوتیپ‌ها در این تحقیق حکایت از دامنه متفاوت این تنوع در داخل گونه‌ها داشت که امکان تمایز آنها را مقدور می‌نماید.

- Person, K. and V. Bothmer. 2002. Genetic diversity amongst landraces of rye from northern Europe. *Hereditas* 136:29-38
- Rahiminejad, M. R., Sahebi, J. & Nasser-Nakhaie, F. 2005. A morphological survey and a taxonomic revision of the genus *Secale* L. (Triticeae, Poaceae) in Iran. -Iran. Journ. Bot. 11 (1): 1-14.
- Reddy, P. Appels, R and Baum, B.R .1990. Ribosomal DNA spacer-length variation in *Secale* spp.(Poaceae). *Plant Systematics and Evolution.*, 171:203-220.
- Shahmoradi, Sh. 2010. Regeneration and evaluation of agro morphological traits in rye germplasm of national plant gene bank of Iran. Seed and Plant Improvement Institute Press.Karaj. Iran. 60p. (In Persian).
- Shahmoradi, Sh., and J. Mozafari. 2016. Regeneration and primary evaluation of rye species (*Secale* spp.) in Iran. Seed and Plant Improvement Institute Press. Karaj. Iran. 75p. (In Persian).
- Shahmoradi, Sh., Zahravi, M. and Ghanavati F. 2019. Evaluation of Genetic Diversity in some Oat species (*Avena* spp.) of Iran. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 27(1): 28-44 (in Persian).
- Shang, H.Y. Wei, Y.M. Wang, X.R. Zheng, Y.L. 2006. Genetic diversity and phylogenetic relationships in the rye genus *Secale* L. (rye) based on *Secale cereale* microsatellite markers. *Genetics and Molecular Biology*, 29,4,685-691
- Takezake, N. and Nei, M .1996. Genetic distances and reconstruction of phylogenetic trees from microsatellite DNA. *Genetics*, 144:389-399.
- Vence, F.J., Vaquero, F., and Perez de la Vega, M. 1987. Phylogenetic relationships in *Secale* (Poaceae): an isozymatic study. *Plant Systematics and Evolution*, 157:33-47.
- Zarifi, E., Aghyev, Y., Ghanavati, F., & Aminizadeh, Z. 2006. Cytogenetics and evolution of karyotype in wormwood, *Artemisia vulgaris* L. *Seed and Plant Improvement Journal*, 22(1), 1–12.
- Zarifi, E., & Güloğlu, D. 2016. An improved Aceto-Iron-Haematoxylin staining for mitotic chromosomes in Cornelian cherry (*Cornus mas* L.). *Caryologia*, 69(1), 67–72.
- 335(in Persian).
- Abbasi, M.R., Vaezi, S. and Baghaie, N. 2007. Genetic diversity of bitter vetch (*Vicia ervilia*) collection of the National Plant Gene Bank of Iran based on agro-morphological traits. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 15(2):113-128(in Persian).
- Alijarahi, S. Sheydaei. M. 2011. Morphometrical studies of some species of the genus *Secale* L. (Poacea) in Iran. *Journal of Crop Ecophysiology* 3 (2), 136-143 (In Persian).
- Nasernakhaei, F. Rahiminejad, M. R. 2007 Study of morphological variation in *Secale cereale* L. populations from Iran. *Pajouhesh & Sazandegi* ,73: 112-116 (In Persian).
- Boissier, P. E., 1879. *Flora Orientalis*. 5,670 – 671. Basileae, Georg Geneva, Switzerland
- Bor, N. L., 1970. *Secale* L. In: Rechinger, K. H. (ed.) *Flora Iranica*. 70, 213 – 217. Garz, Austria, Akademische Druk- und verlagsanstalt. Wiена.
- De Butos, A. and Jouve, N. 2002. Phylogenetic relationships of the genus *Secale* based on the characterization of rDNA ITS sequences *Plant Systematics and Evolution*, 235:147-154.
- DelPozo, J.C., Figueiras, A.M., Benito, C., and DeLa-Pena, A.1995. PCR derived molecular markers and phylogenetic relationships in the *Secale* genus. *Biologia* 37:481-489.
- Frederiksen, S. and Peterson, G.1998. A taxonomy revision of *Secale* (Triticeae, Poaceae). *Nordic Journal of Botany*, 18:399-420.
- Gholyzadeh Sarcheshmeh, P., Mozafari, J., Mehrvarz, S.S. and Shahmoradi, S., 2018. Genetic and ecogeographical diversity of rye (*Secale* L.) species growing in Iran, based on morphological traits and RAPD markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 65(7), 1953-1962.
- IBPGR. 1985. Descriptors for Rye and Triticale. IBPGR Secretariat, Rome
- Levan A, Fredga K, Sandberg A. A. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52: 201-220.
- Nybom, H. and Bartish, I.V. 2000. Effects of life history traits and sampling strategies on genetic diversity estimates obtained with RAPD markers in plants. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 3, 93-114.
- Parsa, A. 1950. *Flora de I' Iran*. 5, 805 – 807. Ministere de I' Education, Tehran.

Study of phenological, morphological, and cytogenetic diversity of *Secale* spp. in Iran

S. Shahmoradi^{1*}, E. Zarifi Anakhatoon², F. Ghanavati³

1- *Corresponding Author. Assist. Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, I.R. Iran. Email: shakibashahmoradi@gmail.com

2- Assist. Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, I.R. Iran

3- Assoc. Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, I.R. Iran

Received: 13.03.2021

Accepted: 21.07.2021

Abstract

Rye (*Secale* spp.) is native to Southwest Asia and its two species including *S. cereale* and *S. strictum* is grown in Iran. This study was conducted to evaluate the diversity of phenological, morphological, and cytogenetic traits in two species of this genus. In this experiment, seeds of 91 ecotypes (including 78 *S. cereale* and 13 *S. strictum*) were provided from National Plant Gene Bank of Iran. Seeds sown in the research farm of the Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran, in the 2014-2015 crop year. All phenological and morphological traits (quantitative and qualitative) including 23 traits were measured according to the instructions of the International Institute of Bioversity. The descriptive statistics parameters showed different range of variation in traits among the species. Multivariate analysis showed significant differences among the species for phenological traits as flowering date and maturation date and morphological traits as grain shedding index, ear color, spike length and the number of spikelets per spike. These traits were considered of great importance in species segregation. Cytogenetic evaluation of the chromosomes of *S. cereale* and *S. strictum* showed that although both species were diploid ($2n=14$), a noticeable difference in chromosome length and the average arm ratio was observed in these two species, which can help to identify cytogenetically differentiate between them. Overall, the phenological, morphological, and cytogenetic traits in rye species show considerable diversity and can be used to identify and differentiate of the species. If there is a time limit or impossibility of cultivation, cytogenetic evaluation can be used as a fast and reliable method to identify species.

Keywords: Rye, Diversity, Identification, Wild species