دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی روابط بین عملکرد و اجزای عملکرد دانه در جمعیت‌های نیمه‌خواهری علف باغ (*Dactylis glomerata*) تحت شرایط بدون تنش و تنش خشکی

بهنام حسینی[۱]، محمد مهدی مجیدی[۲] و آقا فخر میرلوحی[۳]

۱ و ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲- دانشیار، دانشگاه صنعتی اصفهان، (نویسنده مسوول: majidi@cc.iut.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۲۴

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی روابط بین صفات عملکرد و اجزای عملکرد دانه در گونه علف باغ (*Dactylis glomerata*) انجام شد. بدین منظور تعداد ۲۵ فامیل نیمه‌خواهری حاصل از پلی‌کراس ۲۵ ژنوتیپ والدی در دو محیط رطوبتی (شاهد و تنش خشکی) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه هم‌بستگی صفات نشان داد که عملکرد دانه در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی با بیشتر صفات هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری داشت، به‌طوری که بیشترین هم‌بستگی را در شرایط بدون تنش با وزن دانه در خوشه (۰/۹۶) و در شرایط تنش خشکی با تعداد دانه در بوته (۰/۸۹**) نشان داد. همچنین طول و عرض برگ پرچم به‌ترتیب هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار ۰/۴۱* و ۰/۳۹* در شرایط بدون تنش و هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار ۰/۴۶* و ۰/۴۴* در شرایط تنش خشکی را با عملکرد دانه نشان دادند. نتایج تجزیه به عامل‌ها بیان‌گر آن بود که برای اصلاح عملکرد دانه علاوه بر عوامل اندازه سیستم تولید مثلی و صفات فنولوژی، عامل ویژگی برگ پرچم باید در نظر گرفته شود. با انجام تجزیه رگرسیون در شرایط بدون تنش و تنش خشکی صفات وزن دانه در خوشه، تعداد دانه در خوشه و تعداد دانه در بوته وارد مدل شدند که در مجموع به‌ترتیب ۹۸ و ۹۶ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. تجزیه ضرایب مسیر برای عملکرد دانه نشان داد که در شرایط بدون تنش خشکی صفات وزن دانه در خوشه و تعداد دانه در بوته و در شرایط تنش خشکی صفات تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشتند. به‌طور کلی از نتایج این پژوهش برای شناسایی ارتباطات ژنتیکی بین اجزاء عملکرد دانه و افزایش کارایی گزینش در روش‌های مبتنی بر انتخاب غیر مستقیم می‌توان سود جست.**

واژه‌های کلیدی: علف باغ، برگ پرچم، عملکرد بذر، هم‌بستگی

مقدمه

علف باغ (Orchard grass) با نام علمی Dactylis glomerata یک گونه از گراس‌های تتراپلوئید علوفه‌ای-مرتعی چند ساله و دگرگشن است (۳۵،۱۸). این گونه از خوش خوراکی و ارزش غذایی بالایی برخوردار بوده به طوری که میزان ماده خشک قابل هضم آن ۶۱/۳ درصد و پروتئین آن در مرحله گل‌دهی ۸/۲ درصد می‌باشد (۳۲). در ایران علف باغ پراکنش وسیعی را در مناطق شمال، مرکزی و استان‌های همجوار با رشته کوه‌های زاگرس دارا بوده و از آن در مراتع و رویشگاه‌های طبیعی برای تولید علوفه و پوشش مراتع استفاده می‌شود (۲۶،۴). در اصلاح گیاهان علوفه‌ای دو صفت افزایش عملکرد و کیفیت علوفه اهمیت ویژه‌ای دارد و از اهداف اصلی در معرفی ارقام اصلاح شده محسوب می‌شوند (۱۹،۷). علاوه بر افزایش عملکرد علوفه، تولید بذر در گیاهان علوفه‌ای نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و یکی از اهداف مهمی است که در معرفی ارقام جدید مورد توجه قرار می‌گیرد، زیرا ارقام علوفه‌ای پر محصول و خوش خوراک، باید از توان بذردهی خوبی هم برخوردار باشند تا برای اصلاح و احیای مراتع بذر کافی در اختیار باشد (۳۰). توسعه گراس‌های علوفه‌ای پر تولید و پر بنیه و استفاده صحیح و اصولی از ارقام دارای تنوع ژنتیکی مناسب و قدرت سازگاری بالا به شرایط محیطی مختلف برخوردار هستند که می‌تواند احیای مراتع کشور را تسریع بخشد (۲۱). در قرن گذشته روش‌های متداول اصلاح نباتات بیشترین نقش را در بهبود ژنتیکی گراس‌های علوفه‌ای و چمنی به منظور افزایش تولید و کاربرد آن‌ها داشته است (۳۵). با این حال اصلاح ژنتیکی گراس‌های علوفه‌ای به دلیل مسایلی نظیر پیچیدگی ژنتیکی، چند ساله بودن و دگرگشنی که خاص اکثر گیاهان علوفه‌ای نیز می‌باشد (۳۴)، با محدودیت‌هایی رو به روست. امروزه علاوه بر مشکلات فوق، تنش‌های غیر زنده به خصوص تنش خشکی که از شایع‌ترین تنش‌های محیطی است، رشد و تولید گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۱). در مناطقی از جهان از جمله کشور ایران که میزان بارندگی کم و توزیع آن از سالی به سال دیگر متغیر می‌باشد، پیش‌بینی میزان و توزیع بارندگی مشکل است. با چنین شرایطی عملکرد دانه از سالی به سال دیگر نوسانات فراوانی دارد (۲۷). به همین دلیل از موضوعات مهم در برنامه‌های اصلاحی بهبود عملکرد و افزایش مقاومت ژنوتیپ‌ها به خشکی می‌باشد (۲۳). این امر لزوم تلاش بیشتر اصلاح‌گران در کنار متخصصان رشته‌های دیگر نظیر بیولوژی مولکولی را به‌منظور توسعه ارقام علوفه‌ای و چمنی مناسب آشکارتر می‌سازد (۲۰).

عملکرد دانه در گراس‌ها، مانند سایر گیاهان یک صفت پیچیده است زیرا که برآیندی از ویژگی‌های مختلف نظیر تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه بوده و نیز تحت تاثیر برخی صفات ظاهری نظیر طول برگ، عرض برگ، طول خوشه و غیره قرار می‌گیرد (۱۵). عملکرد دانه

متاثر از اجزای عملکرد می‌باشد که این اجزا تحت تاثیر ژنوتیپ و محیط کشت قرار می‌گیرند و به‌طور غالب می‌توانند در افزایش یا کاهش عملکرد نقش داشته باشند (۳۳،۱۶). کنترل بهتر اثرات محیطی در برنامه‌های اصلاحی به منظور بهبود عملکرد می‌تواند از طریق انتخاب غیرمستقیم برای صفاتی –که هم‌بستگی خوبی با عملکرد داشته و کمتر به تغییرات محیطی حساس باشند– صورت گیرد (۱۰). در واقع اجزای عملکرد از هم مستقل نیستند و برای رسیدن به عملکرد بهینه، تناسب بین آن‌ها مهم است، به عبارتی تعیین هم‌بستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد دانه و شناسایی روابط علت و معلولی بین آن‌ها و تعیین اثر مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد دانه از روش‌های مهم شناسایی صفات مرتبط با عملکرد دانه می‌باشد که به اصلاح‌گران این فرصت را می‌دهد که مناسب‌ترین ترکیب اجزا را که منتهی به عملکرد بیشتر شود، انتخاب نمایند (۳۳،۱۹). هم‌بستگی بین صفات در برنامه‌های به‌نژادی اهمیت زیادی دارند، زیرا به متخصصان اصلاح نباتات در گزینش غیرمستقیم برای صفات مهم زراعی از طریق صفات دیگر که اندازه‌گیری آن‌ها آسان است کمک می‌کند. ناآگاهی از ارتباط و هم‌بستگی بین صفات مختلف و انتخاب یک طرفه برای صفات زراعی ممکن است در برنامه‌های به نژادی منجر به نتیجه‌ای کمتر از میزان مورد انتظار شود (۱۱، ۱۲،۳۱).

بر اساس جست وجوی انجام شده هیچ مطالعه‌بذری در علف باغ یافت نشد. ولی در برخی از گراس‌های علوفه‌ای گزارش‌هایی منتشر شده است؛ به عنوان مثال امینی و همکاران (۲) در بررسی فامیل‌های نیمه خواهری فسکیوی بلند (علف بره نی مانند) هم‌بستگی بین روز تا گلدهی را با عرض برگ پرچم، تعداد ساقه بارور، ارتفاع و عملکرد دانه، مثبت و معنی‌دار گزارش کردند. در علف پشمکی هم‌بستگی بین عملکرد دانه و باروری خوشه مثبت و معنی‌دار گزارش شد (۱۱). در مطالعه فسکیوی بلند گزارش شد که تعداد خوشه بارور و به دنبال آن وزن بذر در خوشه بیشترین تاثیر را روی عملکرد دانه در بوته داشتند (۳۰).

از آن جا که تعیین روابط بین صفات به اصلاح گران این فرصت را می‌دهد که بهترین انتخاب را به منظور افزایش عملکرد تحت شرایط محیطی متفاوت انجام بدهند، لذا این آزمایش با هدف بررسی روابط بین صفات به‌ویژه صفات موثر بر عملکرد دانه در علف باغ در شرایط بدون تنش و تنش خشکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف‌آباد اجرا گردید. ارتفاع مزرعه از سطح دریا ۱۶۳۰ متر و طبق تقسیم‌بندی کوپن[1]، دارای اقلیم نیمه خشک خنک با تابستان‌های خشک می‌باشد. میانگین بارندگی و دمای سالیانه به ترتیب ۱۴۰ میلی‌متر و ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد است. ظرفیت زراعی و پژمردگی خاک به‌ترتیب ۲۳ و ۱۰ درصد وزنی می‌باشند. بافت خاک منطقه لورک، لوم رسی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب بوده و متوسط پی‌اچ آن حدود ۷/۵ می‌باشد. مواد ژنتیکی مورد مطالعه تعداد ۲۵ فامیل نیمه خواهری علف باغ بودند که از پلی‌کراس ۲۵ ژنوتیپ والدی حاصل گزینش از درون جمعیت‌های مختلف از گونه علف باغ *Dactylis glomerata* حاصل شده بودند. ژنوتیپ‌های والدی پس از بررسی بیشتر طی ارزیابی کلونی (۲۸) در خزانه پلی‌کراس تلاقی داده شدند و سپس بذور حاصله (فامیل‌های نیمه‌خواهری) در اسفندماه ۹۰ در مزرعه کشت شدند و سال ۱۳۹۱ سال استقرار ژنوتیپ‌ها محسوب شده و هیچ گونه یادداشت‌برداری انجام نگردید. این پژوهش در دو محیط رطوبتی (بدون تنش و تنش خشکی) در چهار تکرار در قالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام شد. از هر جمعیت نیمه‌خواهری (۲۵ جمعیت) در هر کرت ۲ ردیف کاشته شد به‌طوری که فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر بود. در هر پلات ۲۰ بوته (فاصله بوته‌ها روی ردیف ۴۰ سانتی‌متر) غیر از دو بوته حاشیه ای در هر ردیف مورد ارزیابی قرار گرفت.

محیط‌های رطوبتی شامل محیط بدون تنش رطوبتی (۵۰ درصد تخلیه رطوبت از خاک) و محیط تنش رطوبتی (۹۰ درصد تخلیه رطوبت از خاک) بودند. با اعمال تنش خشکی در اوایل شروع دوره رشد رویشی گیاه (اسفند ماه)، بعد از یادداشت برداری صفات ظاهری، در تیرماه اندازه‌گیری و برداشت بذر در مزرعه انجام گردید.

صفات مورد بررسی شامل عملکرد دانه، تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در خوشه، وزن دانه در خوشه، وزن هزار دانه، طول خوشه، طول و عرض برگ پرچم، باروری خوشه، تعداد خوشه در بوته، ارتفاع، روز تا خوشه‌دهی و روز تا گرده‌افشانی بودند.

تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تعیین ارتباط بین صفات مختلف، ابتدا هم‌بستگی‌های فنوتیپی و ژنوتیپی بین صفات محاسبه شد. برای محاسبه هم‌بستگی ژنتیکی دو صفت ابتدا کواریانس ژنتیکی از تفاضل کواریانس کل از کواریانس محیطی محاسبه و سپس با استاندارد کردن آن هم‌بستگی ژنتیکی حاصل گردید. سپس از رگرسیون گام به گام به منظور تعیین صفاتی که سهم بیشتری در توجیه تنوع عملکرد دانه دارند، استفاده گردید. این روش از جمله روش‌های مرسوم برای انتخاب زیر مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل تأثیرگذار بر یک متغیر تابع می‌باشد. به منظور تفسیر بهتر نتایج حاصل از رگرسیون مرحله‌ای، تجزیه ضرایب مسیر برای عملکرد دانه انجام گرفت. از تجزیه عامل‌ها به منظور گروه‌بندی صفات و کشف روابط پنهانی بین آن‌ها استفاده گردید. در تجزیه به عامل‌ها انتظار می‌رود متغیرها را بتوان به وسیله هم‌بستگی بین آن‌ها گروه‌بندی نمود. در این صورت منطقی است که بیان شود متغیرهای هر گروه ساختار خاصی دارند که عاملی باعث ایجاد آن ساختار گشته و به عبارت دیگر باعث ایجاد هم‌بستگی بالا بین آن‌ها شده است (۲۲). در این تحقیق تجزیه به عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی انجام گردید و عامل‌ها به منظور توجیه بهتر به روش وریماکس دوران داده شدند .تجزیه و تحلیل

1- Koppen

داده‌های آماری به کمک نرم‌افزار SAS، SPSS، Patht Analysis و داده‌پردازی و ترسیم جداول به کمک نرم‌افزار Excel انجام گردید.

واریانس ژنتیکی $\sigma_g^2 = \frac{ms_t - \sigma^2}{\left(\frac{k}{k+1}\right)r}$

واریانس فنوتیپی $\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \sigma^2/r$

هم‌بستگی ژنوتیپی $r_g = \frac{cov_g(x,y)}{\sqrt{\sigma_g^2(x).\sigma_g^2(y)}}$

هم‌بستگی فنوتیپی $r_p = \frac{cov_p(x,y)}{\sqrt{\sigma_p^2(x).\sigma_p^2(y)}}$

آمار توصیفی

آمار توصیفی، میزان تنوع و درصد کاهش بر اثر تنش خشکی برای صفات بذری بر روی ۲۵ فامیل نیمه‌خواهری علف باغ در جدول ۱ نشان داده شده است. تنش خشکی موجب افزایش میانگین صفات طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم و طول خوشه نسبت به شرایط بدون تنش خشکی شد ولی سایر صفات در شرایط تنش خشکی کاهش نشان دادند. دامنه تغییرات برای اکثر صفات طیف وسیعی را نشان داد که بیان‌گر وجود تنوع بالا بین فامیل‌های مورد بررسی می‌باشد، به عنوان مثال دامنه عملکرد دانه در شرایط بدون تنش بین ۱/۳۳ تا ۱۳ گرم در بوته متغیر بود که تفاوت بین حداقل و حداکثر آن در شرایط بدون تنش بیش از ۹ برابر بود.

جدول ۱- دامنه تغییرات و میانگین برای صفات بذری در شرایط بدون تنش و تنش خشکی در فامیل‌های نیمه خواهری علف باغ

Table 1. Ranges and means of seed traits in halfsib families of orchardgrass under normal and drought stress conditions

صفت	میانگین		دامنه در شرایط نرمال		دامنه در تنش خشکی		درصد کاهش در اثر تنش
	نرمال	تنش	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	خشکی
طول برگ پرچم (cm)	۱۲/۸۱	۱۵/۲۹	۸/۸۲	۱۶/۶۳	۱۰/۹۲	۲۱/۲	-۱۹/۳۵*
عرض برگ پرچم (mm)	۶/۴۶	۹/۰۷	۵/۵۳	۷/۳	۸/۳۰	۹/۷۲	-۴۰/۴***
تعداد خوشه بارور	۱۲۲/۰۷	۶۳/۰۱	۶۶/۳۳	۱۶۳/۶۷	۲۸/۸۳	۱۲۳/۵۰	۴۸/۴*
وزن هزار دانه (g)	۰/۷۸	۰/۴۶	۰/۵۸	۰/۹۶	۰/۳۱	۰/۶۴	۴۱/۰۲***
طول خوشه (cm)	۱۱/۷۶	۱۳/۱	۹/۳۳	۱۵/۴	۹/۷	۱۷/۶۸	-۱۱/۴*
باروری خوشه (mg/cm)	۳/۷۶	۱/۷	۱/۴۴	۷/۱۹	۰/۷۴	۳/۱	۵۴/۸*
عملکرد دانه (g)	۵/۵۱	۱/۳	۱/۳۳	۱۳	۰/۴۷	۲/۵۷	۷۶/۴*
وزن دانه در خوشه (g)	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۰۴	۵۰*
تعداد دانه در خوشه	۵۱/۵	۴۸/۲۹	۲۳/۲۴	۸۴/۷۴	۲۳/۸۸	۷۵/۸۹	۶/۲۳ns
تعداد دانه در بوته	۶۲۸۶/۶۰	۳۰۴۲/۷۵	۲۱۶۴/۶۹	۱۱۹۹۳/۹	۸۲۸/۸۳	۶۰۶۷/۲۷	۵۱/۵۹*
تعداد خوشه در بوته	۱۲۲/۰۷	۶۳/۰۱	۶۶/۳۳	۱۶۳/۷	۲۸/۸۳	۱۲۳/۵	۴۸/۳۸*

***، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۱٪، ۵٪ و غیرمعنی‌دار.

هم‌بستگی بین صفات

نتایج هم‌بستگی فنوتیپی و ژنوتیپی صفات مورد بررسی به‌ترتیب در جداول ۲ و ۳ آورده شده است. با توجه به جدول ۲ در شرایط بدون تنش بین صفت روز تا خوشه‌دهی با صفت روز تا گرده‌افشانی (۰/۷۵**) هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد. عملکرد دانه در شرایط بدون تنش با صفات باروری خوشه (۰/۹۲**)، وزن دانه در خوشه (۰/۹۶**)، تعداد دانه در خوشه (۰/۸۷**) و تعداد خوشه بارور (۰/۵۵**) هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داد و با صفت وزن هزار دانه هم‌بستگی نداشت. وزن هزار دانه در شرایط بدون تنش با صفت طول خوشه هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار (۰/۴۳*) و با صفات باروری خوشه (-۰/۳۸*)، تعداد دانه در خوشه (-۰/۵۶**) و تعداد دانه در بوته (-۰/۴۶*) هم‌بستگی منفی و معنی‌داری را نشان داد. طول برگ پرچم با صفات فنولوژی، طول خوشه و عملکرد دانه ارتباط مثبت و معنی‌دار و عرض برگ پرچم با عملکرد دانه هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داد. در شرایط تنش خشکی (جدول ۲) صفت عملکرد دانه با صفات باروری خوشه (۰/۴۹**)، وزن دانه در خوشه (۰/۴۸**)، تعداد دانه در خوشه (۰/۵۰**)، تعداد دانه در بوته (۰/۸۹**)، تعداد خوشه بارور (۰/۶۵**) و وزن خوشه (۰/۷۱**) هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری داشت. صفت وزن هزار دانه در شرایط تنش خشکی با هیچ صفتی هم‌بستگی معنی دار نشان نداد.

برای بررسی دقیق‌تر روابط بین صفات در شرایط بدون تنش و تنش خشکی ضرایب هم‌بستگی ژنتیکی نیز برآورد شد (جدول ۳). نتایج هم‌بستگی ژنتیکی به دست آمده نشان داد که صفات فنولوژی (روز تا خوشه‌دهی و روز تا گرده‌افشانی) هم‌بستگی فنوتیپی با عملکرد دانه نداشتند ولی هم‌بستگی ژنتیکی منفی را با عملکرد دانه نشان دادند. این مطلب بیان‌گر این است که با افزایش طول دوره رشد رویشی، طول دوره رشد زایشی کاهش می‌یابد و مقدار زیادی از مواد فتوسنتزی صرف توسعه اندام‌های هوایی می‌شود و عملکرد دانه کاهش می‌یابد. صفت عرض برگ پرچم با صفت روز تا خوشه‌دهی هم‌بستگی فنوتیپی نداشت اما هم‌بستگی ژنتیکی ۰/۵۲ را نشان داد. عملکرد دانه در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی هم‌بستگی ژنتیکی با صفات طول و عرض برگ پرچم را و تعداد دانه در خوشه هم‌بستگی ژنتیکی بالا با عملکرد دانه را نشان داد. عراقی (۳) در مطالعه فامیل‌های علف باغ هم‌بستگی ژنتیکی منفی و معنی‌داری صفات فنولوژی با طول برگ پرچم و طول خوشه را گزارش کرد. به

طور کلی نتایج هم‌بستگی ژنتیکی تا حدود زیادی مشابه هم‌بستگی فنوتیپی بود.

تنش‌های رطوبتی که یک عامل محیطی در مراحل اولیه رشد به شمار می روند، باعث کاهش تعداد پنجه و در نتیجه کاهش تعداد خوشه بارور می‌گردند. همچنین کمبود آب در زمان گرده‌افشانی باعث نمو غیرطبیعی کیسه جنینی و عقیمی دانه گرده و در پی آن کاهش تعداد دانه در خوشه می‌گردد (۱۳). در چنین شرایطی بررسی روابط بین عملکرد دانه و اجزای عملکرد باعث شناسایی روش‌های کارآمد برای انتخاب می‌گردد. هم‌بستگی بالا می‌تواند حاکی از وجود لینکاژ ژنی یا ژن‌هایی با اثرات چند گانه (پلیوتروپی) باشد (۱۷). از رابطه منفی عملکرد دانه با تعداد روز تا خوشه‌دهی و روز تا گرده‌افشانی برآورد می‌شود که انتخاب ژنوتیپ‌های زودرس به احتمال زیاد منجر به افزایش عملکرد خواهد گردید. در گیاهان دگرگشن انتخاب قبل از گلدهی به منظور جلوگیری از ادغام ریخته ارثی بوته‌های نامطلوب با بوته‌های مطلوب ضروری‌تر می‌باشد. در این زمینه هم‌بستگی خواص اقتصادی با ویژگی‌های فنولوژی گیاه یا صفاتی که به راحتی تشخیص داده می‌شوند، اصلاح‌گر را در بالا بردن بازده ناشی از انتخاب قبل از گلدهی یاری می‌دهد.

یکی از مهم‌ترین خصوصیات مرتبط با عملکرد دانه طول و عرض برگ پرچم–که معیاری از مساحت برگ پرچم می‌باشد–، اهمیت برگ پرچم در افزایش عملکرد دانه به خوبی مشخص شده است، زیرا که بخش قابل توجه‌ای از مواد غذای انتقال یافته به دانه در دوران پر شدن دانه، از برگ پرچم تامین می‌گردد (۲۵). در پژوهش حاضر طول و عرض برگ پرچم با عملکرد دانه در هر دو شرایط محیطی هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار را نشان دادند (جدول ۱). فانگ و همکاران (۱۵) اولین بار به وجود ارتباط بین اندازه برگ پرچم و عملکرد دانه در گراس‌های علوفه‌ای پی بردند و هم‌بستگی عملکرد دانه با طول و عرض برگ پرچم را به‌ترتیب **۰/۴۴ و **۰/۵۱ گزارش نمودند. در مطالعه دیگری مجیدی (۲۴) در بررسی کلون‌های فسکیوی بلند نیز هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با طول برگ پرچم (**۰/۴۱) و عرض برگ پرچم (**۰/۴۰) را گزارش کرد. الجرسما (۱۴) معتقد است که شاید دلیل این که در گراس‌ها در ابتدا تعداد زیادی گلچه ظاهر می‌شود اما درصد بالایی از آن‌ها عقیم می‌مانند، ناشی از ناکامی در رقابت برای تامین مواد غذایی باشد. مطالعات با استفاده از کربن ۱۴ در چچم دایمی نشان داد که برگ پرچم فعال‌ترین اندام از نظر نقل و انتقال مواد در دوران پر شدن دانه می‌باشد (۸). بنابراین برخی محققین برگ پرچم را نیز از اجزاء عملکرد دانسته و گزارش کرده‌اند که بخش قابل توجهی از عملکرد دانه را توجیه می‌کند (۱۵).

باروری خوشه یکی از خصوصیات بذری است که در گراس‌های علوفه‌ای دانه‌ریز از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. این ویژگی به تعداد و نحوه آرایش گل‌ها در طول خوشه و میزان بارور شدن آن‌ها در زمان گرده‌افشانی بستگی دارد و شاخص غیرمستقیمی است که می‌توان آن را از نسبت وزن دانه در خوشه به طول خوشه برآورد نمود (۱۵).

جدول ۲– نتایج هم‌بستگی فنوتیپی صفات در شرایط بدون تنش (پایین قطر) و تنش (بالای قطر) در فامیل‌های نیمه خواهری علف باغ

Table 2. Phenotypic correlation coefficients among traits in halfsib families of orchardgrass under normal (above diagonal) and drought stress (below diagonal)

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
روز تا خوشه‌دهی	۱	۰/۷۵	-۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۴۷	-۰/۴۶	-۰/۴۱	-۰/۴۳	-۰/۲۴	۰/۰۱	-۰/۴۸	۰/۰۷	۰/۰۰	۰/۵۱
روز تا گرده‌افشانی	۰/۷۵	۱	-۰/۲۲	۰/۲۸	۰/۴۵	-۰/۳۸	-۰/۲۶	-۰/۴۰	-۰/۳۶	-۰/۱۲	-۰/۵۷	-۰/۰۵	-۰/۱۸	۰/۳۲
عملکرد دانه	۰/۰۲	-۰/۲۶	۱	۰/۱۱	-۰/۰۵	۰/۴۹	۰/۴۸	۰/۵۰	۰/۸۹	۰/۶۵	۰/۷۱	-۰/۰۴	۰/۴۴	۰/۴۶
وزن هزار دانه	۰/۰۰	۰/۰۷	-۰/۲۴	۱	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۱۵	-۰/۳۸	-۰/۳۱	۰/۰۸	-۰/۱۷	۰/۲۸	۰/۰۵	۰/۱۶
طول خوشه	۰/۰۶	۰/۱۰	-۰/۲۵	۰/۴۳	۱	-۰/۴۱	۰/۰۰	-۰/۱۶	-۰/۱۱	-۰/۱۴	-۰/۳۸	-۰/۰۸	۰/۴۲	۰/۶۹
باروری خوشه	-۰/۰۶	-۰/۳۴	۰/۹۲	-۰/۳۸	-۰/۴۲	۱	۰/۸۵	۰/۸۳	۰/۴۵	-۰/۱۶	۰/۴۵	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۲۷
وزن دانه در خوشه	-۰/۰۶	-۰/۳۶	۰/۹۶	-۰/۲۷	-۰/۲۱	۰/۹۵	۱	۰/۸۰	۰/۴۳	-۰/۲۶	۰/۲۹	۰/۰۲	۰/۴۸	۰/۴۴
تعداد دانه در خوشه	-۰/۰۳	-۰/۳۱	۰/۸۷	-۰/۵۶	-۰/۳۵	۰/۹۴	۰/۹۰	۱	۰/۶۵	-۰/۱۶	۰/۴۵	-۰/۲۴	-۰/۱۶	-۰/۱۶
تعداد دانه در بوته	۰/۱۱	-۰/۲۳	۰/۹۲	-۰/۴۶	-۰/۲۸	۰/۸۸	۰/۸۹	۰/۹۲	۱	۰/۵۷	۰/۷۶	-۰/۱۵	-۰/۱۰	-۰/۱۴
تعداد خوشه بارور	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۵۵	-۰/۰۷	-۰/۴۶	۰/۳۶	۰/۳۵	۰/۲۷	۰/۴۴	۱	۰/۵۹	۰/۰۳	-۰/۰۱	-۰/۱۴
وزن کل خوشه در بوته	۰/۰۵	-۰/۰۳	۰/۱۶	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۸	۰/۰۶	۰/۱۶	۱	-۰/۰۳	-۰/۰۳	-۰/۲۳
ارتفاع	۰/۲۳	۰/۱۶	۰/۱۳	-۰/۰۲	۰/۱۵	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۰۲	۰/۲۲	۰/۵۴	۱	۰/۴۴	۰/۰۱
عرض برگ پرچم	۰/۰۴	-۰/۰۱	۰/۳۹	-۰/۱۸	-۰/۱۸	۰/۳۷	۰/۳۹	-۰/۰۷	-۰/۱۹	-۰/۱۴	-۰/۰۶	۰/۲۶	۱	-۰/۳۹
طول برگ پرچم	۰/۳۲	۰/۲۱	۰/۴۱	-۰/۰۳	۰/۴۷	۰/۳۹	۰/۴۱	-۰/۰۲	۰/۰۳	-۰/۲۵	-۰/۱۱	۰/۲۶	-۰/۰۱	۱

در هر دو شرایط عدم تنش خشکی و تنش خشکی اعداد بزرگ‌تر از ۰/۳۴ در سطح احتمال ۵ درصد و اعداد بزرگ‌تر از ۰/۴۶ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۳- نتایج هم‌بستگی ژنتیکی صفات در شرایط بدون تنش (پایین قطر) و تنش (بالای قطر) در فامیل‌های نیمه خواهری علف باغ
Table 3. Genetic correlation coefficients among traits in halfsib families of orchardgrass under normal (above diagonal) and drought stress (below diagonal)

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
روز تا خوشه‌دهی	۱	–	-۰/۸۰	۰/۰۹	–	-۰/۷۷	-۰/۴۶	-۰/۵۵	-۰/۹۰	-۰/۴۱	-۰/۸۶	-۰/۵۳	۰/۵۲	-۰/۴۱
روز تا گرده‌افشانی	–	۱	-۰/۷۰	۰/۵۵	–	-۰/۹۵	-۰/۳۴	-۰/۶۶	–	–	–	-۰/۳۷	–	-۰/۱۱
عملکرد دانه	-۰/۳۶	-۰/۶۷	۱	۰/۱۹	۰/۰۵	۰/۷۱	۰/۸۲	۰/۶۴	۰/۶۲	۰/۱۷	–	-۰/۷۷	۰/۶۶	۰/۸۲
وزن هزار دانه	-۰/۷۵	۰/۰۲	-۰/۳۰	۱	۰/۱۹	-۰/۱۱	-۰/۰۸	-۰/۵۵	-۰/۷۰	۰/۱۸	-۰/۳۹	۰/۳۸	۰/۰۸	۰/۳۷
طول خوشه	۰/۱۷	۰/۱۵	-۰/۷۳	۰/۶۲	۱	-۰/۴۴	-۰/۳۹	-۰/۳۵	-۰/۳۲	-۰/۰۵	-۰/۶۹	–	–	–
باروری خوشه	۰/۰۲	-۰/۸۳	–	-۰/۴۸	-۰/۶۷	۱	–	۰/۹۱	۰/۸۹	-۰/۵۲	۰/۷۹	۰/۱۸	۰/۳۲	۰/۲۲
وزن دانه در خوشه	۰/۱۰	-۰/۸۸	۱	-۰/۲۶	-۰/۵۰	۰/۹۷	۱	۰/۸۲	۰/۷۳	-۰/۷۵	۰/۹۷	-۰/۸۵	-۰/۶۲	-۰/۹۱
تعداد دانه در خوشه	۰/۲۸	-۰/۸۱	۰/۹۷	-۰/۶۰	-۰/۵۸	–	۰/۹۹	۱	–	-۰/۴۹	۰/۹۰	-۰/۶۳	-۰/۳۷	-۰/۶۶
تعداد دانه در بوته	۰/۶۴	-۰/۵۹	–	-۰/۵۷	–	–	–	–	۱	-۰/۲۱	–	–	-۰/۵۳	–
تعداد خوشه بارور	–	–	۰/۳۳	-۰/۳۶	–	–	۰/۶۸	۰/۵۱	-۰/۲۵	۱	–	۰/۲۰	۰/۲۹	۰/۲۶
وزن کل خوشه در بوته	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۱	۰/۴۱	-۰/۶۰	۰/۳۰
ارتفاع	۰/۳۹	-۰/۲۵	-۰/۱۷	-۰/۷۱	۰/۰۷	-۰/۶۰	-۰/۴۹	-۰/۱۹	۰/۲۷	–	–	۱	۰/۶۵	۰/۷۶
عرض برگ پرچم	-۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۵۴	-۰/۲۷	-۰/۲۸	-۰/۳۲	-۰/۴۷	-۰/۳۹	-۰/۷۰	-۰/۷۰	–	۰/۲۴	۱	۰/۲۱
طول برگ پرچم	–	۰/۹۱	۰/۴۶	-۰/۶۱	۰/۴۶	-۰/۳۲	-۰/۲۵	-۰/۱۱	-۰/۸۲	–	–	۰/۲۱	۰/۲۵	۱

– موارد غیر قابل برآورد با علامت خط تیره نشان داده شده است.

در این پژوهش باروری خوشه با اکثر اجزای عملکرد به غیر از تعداد خوشه در بوته و طول خوشه هم‌بستگی معنی‌دار را نشان داد (جدول ۲). با توجه به این که این شاخص به ازای هر خوشه محاسبه می‌گردد، فقدان ارتباط (استقلال) آن با تعداد خوشه در بوته بدیهی به نظر می‌رسد. باروری خوشه به شدت با وزن دانه در خوشه هم‌بستگی (۰/۹۵**) را نشان داد. از آن جایی که دو صفت باروری خوشه (۰/۹۲**) و وزن دانه در خوشه (۰/۹۶**) با عملکرد دانه در بوته دارای هم‌بستگی بودند، بنابراین وزن دانه در خوشه به دلیل سهولت بیشتر در اندازه‌گیری می‌تواند برای انتخاب به منظور تولید دانه به‌جای باروری خوشه استفاده گردد. این نتیجه در مطالعه مجیدی (۲۴) در بررسی جوامع طبیعی فسکیوی بلند نیز گزارش شده است.

تجزیه به عامل‌ها

هدف از انجام این تجزیه، تفسیر روابط بین صفات و تعیین عوامل پنهانی است که موجب پدید آمدن ساختار خاصی در ماتریس هم‌بستگی می‌گردند (۲۲)، از تجزیه به عامل‌ها[1] به روش مولفه‌های اصلی با دوران عامل‌ها به روش وریماکس استفاده شد. نتایج حاصل شامل بار عامل‌های دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل و واریانس تجمعی برای محیط‌های بدون تنش و تنش خشکی به طور جداگانه در جدول ۴ آورده شده است. نتایج نشان داد در هر دو محیط بدون تنش و تنش خشکی سه عامل اول در مجموع بیشتر از ۷۰ درصد از کل تنوع موجود را توجیه نمودند. در شرایط بدون تنش عامل اول ۳۶/۸ درصد تغییرات را توجیه کرد که در این عامل، صفات طول خوشه، عملکرد دانه، وزن دانه در خوشه، باروری خوشه، تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه در خوشه و تعداد دانه در بوته دارای بار عاملی بزرگ و مثبت بودند. با توجه که در این عامل عملکرد دانه به همراه اجزایی از عملکرد که با تعداد سر و کار دارند (تعداد خوشه، تعداد دانه، طول و باروری خوشه) دارای بار عاملی بزرگ‌تری بودند، این عامل اندازه سیستم تولید مثلی نام‌گذاری گردید. عامل دوم ۲۲/۱۴ درصد تغییرات را توجیه کرد و بیشتر تحت تاثیر صفات عرض برگ پرچم، طول برگ پرچم و طول خوشه بود که می‌توان نام آن را عامل ثانویه تولید دانه گذاشت. عامل سوم- که بیشتر تحت تاثیر صفات فنولوژی روز تا خوشه‌دهی و روز تا گرده‌افشانی بود- را می‌توان عامل فنولوژی گیاه نام نهاد. افزایش این عامل باعث طولانی‌تر شدن دوره رشد رویشی می‌گردد که با توجه به بار منفی که عملکرد و اجزای آن در این عامل افزایش آن باعث کاهش عملکرد می‌گردد. شاید اهمیت بیشتر این عامل در محیط بدون تنش نسبت به شرایط تنش خشکی این باشد که اگر دوره رشد رویشی افزایش یابد، فامیل‌ها در شرایط مطلوب رطوبتی بیش از نیاز، رشد سبزینه‌ای می‌کنند.

در شرایط تنش خشکی عامل اول و دوم به‌ترتیب پتانسیل تولید دانه و عامل ثانویه تولید دانه نام‌گذاری شد. عامل سوم بیشتر تحت اجزای عملکرد دانه شامل تعداد خوشه بارور، تعداد دانه در خوشه و تعداد دانه در بوته بود که می‌توان نام این عامل را عامل مخزن نامید. از آن جا که تعداد دانه در خوشه تحت شرایط محیطی رشد رویشی و در دوره رشد خوشه تا گرده‌افشانی تعیین می‌شود و تعداد خوشه بارور نیز به تعداد گل‌های تشکیل شده و باروری آن‌ها پس از گرده‌افشانی بستگی دارد و هم‌چنین گیاهان در این مراحل به شدت به تنش رطوبتی حساس می‌باشند، اهمیت بیشتر مخزن در شرایط تنش رطوبتی قابل توجیه است. افزایش این عامل مخصوصاً در شرایط تنش رطوبتی باعث زیادتر شدن تعداد دانه در خوشه و جبران کاهش تعداد خوشه در واحد سطح می‌گردد. مجیدی (۲۴) در مطالعه فسکیوی بلند با انجام تجزیه به عامل‌ها گزارش کرد که سه عامل اول در مجموع ۷۷/۷۴ درصد از کل تنوع را توجیه نمودند که سهم هر عامل به‌ترتیب ۵۱/۸۰، ۱۵/۰۲ و ۱۰/۹۲ درصد بود که عامل اول را سیستم تولیدمثلی، عامل دوم را کارایی سیستم تولید مثلی و عامل سوم را برگ پرچم نام‌گذاری کرد.

بین (۵) به منظور اصلاح تولید بذر به مطالعه و بررسی کلون‌های دو گراس علوفه‌ای- مرتعی متداول *pratensis Pheleum* و *Festuca arundinacea* پرداخت و گزارش کرد که افزایش تولید دانه از طریق دو سازوکار کلی امکان پذیر است، به طوری که توسعه اندازه و حجم سیستم تولیدمثلی (نظیر افزایش در تعداد پنجه بارور، طول خوشه و تعداد دانه در خوشه) در درجه اول و افزایش راندمان تولید دانه

1- Factor Analysis

(شامل افزایش وزن هزاردانه، و باروری خوشه) در درجه دوم در بهبود پتانسیل تولید دانه این گراس‌ها نقش دارند. نتایج تجزیه به عامل‌ها در این پژوهش (جدول ۴) علاوه برتأیید نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که عامل سومی تحت عنوان مساحت برگ پرچم نیز می‌تواند به‌طور قابل ملاحظه‌ای بخشی از تنوع کل را توجیه نماید. به‌طوری که در شرایط بدون تنش و تنش به‌ترتیب ۲۲ و ۲۰ درصد از کل تغییراتی که توسط سه عامل اول توجیه می‌گردد، مربوط به این عامل است.

تجزیه رگرسیون مرحله‌ای

به منظور شناخت مهم‌ترین صفات توجیه کننده عملکرد دانه از تجزیه رگرسیون مرحله‌ای[1] استفاده گردید. نتایج حاصل از رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد دانه که متغیر تابع و سایر صفات که متغیر مستقل به شمار می روند، در جداول ۵ و ۶ به‌ترتیب برای شرایط بدون تنش و تنش خشکی نشان داده شد.

در شرایط بدون تنش صفات وزن دانه در خوشه، تعداد دانه در خوشه و تعداد دانه در بوته سه صفتی بودند که وارد مدل شدند و به‌ترتیب ۹۱، ۶ و ۱ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند به‌طوری که در مجموع این سه صفت ۹۸ درصد از تغییرات را توجیه کردند. با وجود این که تعداد خوشه در بوته نیز همبستگی بالایی با عملکرد دانه داشت اما به‌دلیل هم‌بستگی بالای آن با تعداد دانه در بوته، وارد مدل رگرسیونی نشد. در شرایط تنش خشکی نیز همین سه صفت وارد مدل شدند که به‌ترتیب ۸۴، ۷ و ۴ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند که در مجموع ۹۵ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند.

جدول ۴- نتایج تجزیه به عامل‌ها و نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل در شرایط بدون تنش و تنش خشکی برای فامیل‌های علف باغ
Table 4. Results of factor analysis in halfsib families of orchardgrass under normal and drought stress

صفات	بدون تنش			تنش خشکی		
	بار عامل اول	بار عامل دوم	بار عامل سوم	بار عامل اول	بار عامل دوم	بار عامل سوم
روز تا خوشه‌دهی	-۰/۲۲	۰/۳۶	۰/۵۹	-۰/۵۴	۰/۰۹	۰/۳۷
روز تا گرده‌افشانی	-۰/۲۳	۰/۳۹	۰/۶۲	-۰/۵۲	۰/۰۷	۰/۳۷
عرض برگ پرچم (mm)	۰/۰۱	۰/۵۹	۰/۴۲	-۰/۰۲	-۰/۳۰	-۰/۰۵
طول برگ پرچم (cm)	-۰/۱۱	۰/۶۸	-۰/۰۹	-۰/۳۸	۰/۷۱	۰/۱۹
طول خوشه (cm)	۰/۸۲	۰/۷۵	-۰/۴۲	۰/۴۳	۰/۷۹	۰/۲۳
ارتفاع بوته (cm)	۰/۱۰	۰/۴۲	۰/۴۹	-۰/۰۶	-۰/۲۴	۰/۳۳
وزن خوشه در بوته (g)	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۴۴	۰/۵۴	-۰/۳۱	۰/۴۲
عملکرد دانه(g)	۰/۹۱	۰/۲۸	-۰/۱۶	۰/۸۵	۰/۴۳	۰/۰۳
وزن دانه در خوشه (g)	۰/۹۰	۰/۲۸	-۰/۱۶	۰/۸۵	۰/۴۳	۰/۰۳
وزن هزاردانه (g)	-۰/۴۸	۰/۲۷	-۰/۲۱	-۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۱
تعداد خوشه در بوته	۰/۹۳	۰/۰۲	-۰/۱۳	۰/۰۴	-۰/۴۶	۰/۷۹
باروری خوشه (mg/cm)	۰/۹۶	۰/۰۹	-۰/۰۱	۰/۹۲	۰/۱۴	-۰/۰۷
تعداد دانه در خوشه	۰/۹۵	۰/۱۳	-۰/۰۵	۰/۸۶	۰/۳۸	۰/۶۴
تعداد دانه در بوته	۰/۹۳	۰/۱۵	-۰/۰۳	۰/۵۵	-۰/۰۳	۰/۷۴
واریانس توجیه شده	۳۶/۸	۲۲/۱۴	۱۷/۰۳	۳۵/۵۲	۲۰/۳۶	۱۵/۱۲
واریانس‌توجیه‌شده تجمعی	۳۶/۸	۵۸/۹۴	۷۵/۹۷	۳۵/۵۲	۵۵/۸۸	۷۱

جدول ۵- نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای فامیل‌های مورد بررسی بر روی صفت عملکرد دانه در شرایط بدون تنش
Table 5. Results of stepwise regression for seed yield in half sib families of orchardgrass under normal condition

صفات	ضرایب رگرسیون	R^2 جزء	R^2 مدل	F
عرض از مبدا	-۰/۱۸			
وزن دانه در خوشه (X_1)	۱۱۵/۷	۰/۹۱	۰/۹۱	۲۳۸/۷***
تعداد دانه درخوشه (X_2)	-۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۹۷	۸/۳۰***
تعداد دانه در بوته (X_3)	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۹۸	۴/۸۱*
مدل نهایی	$Y= -۰/۱۸+ ۱۱۵/۷ X_1 - ۰/۰۷ X_2 + ۰/۰۷X_3$			

با استفاده از روش رگرسیون مرحله‌ای می‌توان سهم هر صفت و میزان تأثیر بر عملکرد را تعیین کرد و صفاتی که بیشترین تأثیر بر عملکرد را دارند، در برنامه‌های اصلاحی برای بهبود ژنتیکی عملکرد مورد توجه قرار داد (۲۹). مجیدی (۲۴) در بررسی ارقام فسکیو بلند با انجام آنالیز رگرسیون گام به گام گزارش کرد که وزن دانه در خوشه، تعداد خوشه در بوته و طول خوشه بیشترین تاثیر را بر عملکرد دانه در بوته داشتند. فانگ و همکاران (۱۵) با استفاده از آنالیز رگرسیون مرحله‌ای مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه را در فسکیوی بلند صفات باروری خوشه، تعداد خوشه بارور، ارتفاع گیاه و عرض برگ پرچم معرفی کردند. داس و تالیافرو (۹) در مطالعه تنوع ژنتیکی خصوصیات بذری در سویچ گراس (*Panicum virgatum*)، تعداد دانه در خوشه و تعداد خوشه در بوته را به گونه‌ی اجزاء عملکرد تشخیص دادند. با این وجود آن‌ها گزارش نمودند که تعداد خوشه در بوته نمی‌تواند برای انتخاب مستقیم عملکرد دانه استفاده گردد، زیرا عکس‌العمل ژنوتیپ‌ها به آن در محیط‌های مختلف متفاوت و معنی‌دار بود.

1- Stepwise Regression

جدول ۶- نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای فامیل‌های مورد بررسی بر روی صفت عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی

Table 6. Results of stepwise regression for seed yield in half sib families of orchardgrass under drought condition

صفات	ضرایب رگرسیون	R^2 جزء	R^2 مدل	F
عرض از مبدا	۱/۰۶-			
وزن دانه در خوشه (X_1)	۲/۴۷	۰/۸۴	۰/۸۴	۲۴۴/۹۳**
تعداد دانه درخوشه (X_2)	۰/۱۶-	۰/۰۷	۰/۹۱	۱۲/۲۴**
تعداد دانه در بوته (X_3)	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۹۵	۳/۴۱*
مدل نهایی	$Y= -1/06+2/47 X_1 - 0/16 X_2 + 0/09X_3$			

تجزیه علیت (ضرایب مسیر)

به منظور تفسیر بهتر نتایج حاصل از رگرسیون مرحله‌ای، تجزیه ضرایب مسیر[1] برای عملکرد دانه انجام گرفت. در شرایط بدون تنش بیشترین اثر مستقیم مربوط وزن دانه در خوشه (۰/۶۴) بود که بیشترین اثر غیر مستقیم آن از طریق تعداد دانه در بوته ۰/۵۳ بود. پس از این صفت تعداد دانه در بوته (۰/۶۱) دارای بیشترین اثر مستقیم می‌باشد که بیشترین اثر غیرمستقیم آن از طریق وزن دانه در خوشه ۰/۵۶ دیده شد. کمترین اثر مستقیم برای صفت تعداد دانه در خوشه برابر ۰/۲۴- که بیشترین اثرات غیر مستقیم آن از طریق دو صفت وزن دانه در خوشه و تعداد دانه در بوته به‌ترتیب ۰/۵۸ و ۰/۵۶ بود (جدول ۷). در شرایط تنش خشکی بیشترین اثر مستقیم مربوط به تعداد دانه در بوته (۰/۸۳) به‌نظر آمد. صفت طول خوشه هیچ تاثیر غیرمستقیمی بر روی تعداد دانه در بوته نداشت. صفت دوم که دارای بیشترین اثر مستقیم می‌باشد صفت وزن هزار دانه با اثر مستقیم ۰/۳۲ بود و صفت طول خوشه هیچ تاثیر غیرمستقیمی بر روی وزن هزار دانه نداشت (جدول ۸).

امینی (۲) در تجزیه مسیر عملکرد دانه در بوته در گیاه فستوکا، صفت تعداد روز تا گرده‌افشانی را صفت در نظر گرفت که با بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه در تک بوته گزارش کرد. در مطالعه نوین و اسلیپر (۳۰) در فسکیوی بلند نشان داد که تعداد خوشه بارور و به دنبال آن وزن دانه در خوشه و وزن هر دانه بیشترین تاثیر را روی عملکرد دانه در بوته داشتند. طبق نظر بورد و همکاران (۶) در تجزیه ضرایب مسیر می‌توان از اجزایی که دارای چهار ویژگی زیر می‌باشند به صورت معیار انتخاب استفاده نمود: ۱) اجزایی که هم‌بستگی آن‌ها با عملکرد مثبت و اثر مستقیم مثبتی بر عملکرد دانه داشته باشند. ۲) اجزایی از عملکرد که علی‌رغم داشتن هم‌بستگی منفی با عملکرد، دارای اثر مستقیم بزرگ و مثبت بر عملکرد دانه باشند.۳) اجزایی که حداقل اثرات غیرمستقیم منفی را از طریق سایر صفات بر عملکرد داشته باشند. ۴) اجزایی از عملکرد که بتوان آن‌ها را در کرت‌های کوچک محاسبه و تعیین نمود.

جدول ۷- نتایج تجزیه ضرایب مسیر عملکرد دانه در شرایط بدون تنش خشکی در فامیل‌های نیمه خواهری علف باغ

Table 7. Results of path analysis for seed yield in half sib families of orchardgrass under normal condition

متغیرها	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم						اثر کل
		(X_1)	(X_2)	(X_3)	(X_4)	(X_5)	(X_6)	
وزن هزار دانه (X_1)	۰/۰۶		۰/۰۲	۰/۱۷-	۰/۱۳	۰/۲۷-	۰/۰۰	۰/۲۴-
طول خوشه (X_2)	۰/۰۵	۰/۰۳		۰/۱۳-	۰/۰۸	۰/۲۴-	۰/۰۳-	۰/۲۵-
وزن دانه در خوشه (X_3)	۰/۶۴	۰/۰۲-	۰/۰۱-		۰/۲۱-	۰/۵۳	۰/۰۲	۰/۹۶
تعداد دانه در خوشه (X_4)	۰/۲۴-	۰/۰۴-	۰/۰۲-	۰/۵۸		۰/۵۶	۰/۰۲	۰/۸۷
تعداد دانه در بوته (X_5)	۰/۶۱	۰/۰۳-	۰/۰۲-	۰/۵۶	۰/۲۲-		۰/۰۳	۰/۹۴
تعداد خوشه در بوته (X_6)	۰/۰۶	۰/۰۰	۰/۰۲-	۰/۲۲	۰/۰۶-	۰/۳۶		۰/۵۵
باقیمانده	۰/۱۳							

به‌طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که با توجه به معیارهای فوق و تجزیه و تحلیل ضرایب هم‌بستگی و تجزیه عاملی به منظور بهبود ژنتیکی پتانسیل عملکرد دانه علف باغ علاوه بر توجه به عوامل اندازه سیستم تولید مثلی، پتانسیل تولید بذر و فنولوژی گیاه، عامل ویژگی‌های برگ پرچم نیز باید در نظر گرفته شود. هم چنین علاوه بر تعداد دانه در خوشه، بایستی بر روی باروری خوشه نیز تاکید کرد. نتایج این پژوهش ضمن شناسایی ارتباطات ژنتیکی بین اجزاء عملکرد دانه، می‌تواند در بهبود غیرمستقیم این صفت و افزایش کارایی گزینش در روش‌های مبتنی بر انتخاب موثر باشد.

جدول ۸- نتایج تجزیه ضرایب مسیر عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی در فامیل‌های نیمه خواهری علف باغ

Table 8. Results of path analysis for seed yield in half sib families of orchardgrass under drought condition

متغیرها	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم						اثر کل
		(X_1)	(X_2)	(X_3)	(X_4)	(X_5)	(X_6)	
وزن هزار دانه (X_1)	۰/۳		۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۲۵-	۰/۰۲	۰/۱۱
طول خوشه (X_2)	۰/۰۴	۰/۰۲		۰/۰۱-	۰/۰۱	۰/۰۹-	۰/۰۳-	۰/۰۶-
وزن دانه در خوشه (X_3)	۰/۱۷	۰/۰۳	۰/۰۰		۰/۴۱	۰/۰۳-	۰/۰۳-	۰/۴۸
تعداد دانه در خوشه (X_4)	۰/۰۴-	۰/۱۲-	۰/۰۱-	۰/۱۵		۰/۵۴	۰/۰۳-	۰/۵۰
تعداد دانه در بوته (X_5)	۰/۸۳	۰/۱۰-	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۰۲-		۰/۱۰	۰/۸۹
تعداد خوشه در بوته (X_6)	۰/۱۸	۰/۰۳	۰/۰۱-	۰/۰۳-	۰/۰۱	۰/۴۷		۰/۶۵
باقیمانده	۰/۱۷							

1- Path Coefficient Analysis

منابع

1. Alaru, M. and U. Laur. 2005. About winter triticale cultivation in estonia. Scientific works. Journal of Agricultural Research, 27: 80-84
2. Amini, F., M.M. Majidi and A. Mirlohi. 2013. Genetic and genotype× environment interaction analysis for agronomical and some morphological traits in half-sib families of tall fescue (*Lolium arundinacea* Schreb.). Crop Science, 53: 411- 421.
3. Araghi, B. 1389. Estimation of general combining abilitiy and different characteristics parameters in orachard grass (*Dactylis glomerata*) and bromegrass (*Bromus inermis* Leyss) polycross populations. MSc thesis of plant breeding, College of Agriculture, Isfahan University of Technology. 122 pp (In Persian).
4. Ashkani, G. and H. Pakniyat. 2004. Genetic evaluation of quantitative indices for drought resistance in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal Science and Technology of Agriculture and Natural Resources Technology, 17: 31-35 (In Persian).
5. Bean, E.W. 1972. Clonal evaluation for increased seed production in two species of forage grasses, *Festuca arundinacea* Schreb. and *Phleum pratense* L. Euphytica, 21: 377-383.
6. Board, J.E., M.S. Kang and B.G. Harville. 1997. Path analyses identify indirect selection for yield of late-planted soybean. Crop Science, 37: 879-884.
7. Boller, B., K.P. Ulrich and F. Veronesi. 2010. Fodder Crops and Amenity Grasses. Springer, New York. 522 pp.
8. Clemence, T.G.A. and P.D. Hebblethwaite. 1984. An appraisal of ear, leaf and stem 14 Co2 assimilation, 14C-assimilate distribution and growth in a reproductive seed crop of amenity *Lolium perenne*. Annals of Applied Biology, 105: 319-327.
9. Das, M.K. and C.M. Taliaferro. 2009. Genetic variability and interrelationships of seed yield and yield components in switchgrass. Euphytica, 167: 95-105.
10. Dawari, N.H. and O.P. Luthra. 1991. Character association studies under high and low environments in wheat (*Triticum aestivum* L.) Indiana Journal of Agricultural Research, 25: 515-518.
11. De Araujo, M.R.A. 2001. Variation and heritability in Meadow Brome grass. University of Saskatchewan, Saskatoon. 212 pp.
12. Ebrahimiyan, M., M.M. Majidi, A. Mirlohi and A. Noroozi. 2013. Physiological traits related to drought tolerance in tall fescue. Euphytica, 190: 401-414.
13. Ehdaei, B., G.A. Alloush and J.G. Waines. 2008. Genotypic variation in linear rate of grain growth and contribution of stem reserves to grain yield in wheat. Field Crops Research, 106: 34-43.
14. Elgersma, A. 1990. Genetic variation for seed yield in perennial ryegrass. Plant Breeding, 105: 117-125.
15. Fang, C., T.S. Amlid, Q. Jqrgensen and O.A. Rognli. 2004. Phenotypic and genotypic variation in seed production traits within a fullsib family of meadow fescue. Plant Breeding, 123: 241-246.
16. Fathi, Gh. and K. Rezaei moghadam. 2000. Path analysis of yield and yield components of barley varieties in Ahvaz. Journal of Agricultural Sciences and Technology, 1: 39-48 (In Persian).
17. Feher, W.R. 1987. Principles of cultivar development. Macmillan publishing company, New york. 625 pp.
18. Frandsen, H.N. 1917. The Befruchtun gsverhsltnisse with grass and clover in their relation to breeding salt-tolerant. Ibid, 5: 1-30.
19. Griffiths, D.J. 1995. Breeding for higher seed yields from herbage varieties. Journal of the National Institute of Agricultural Botany, 10: 320-331.
20. Hopkins, A., Z.Y. Wang, R. Mian, M. Sledge and R.E. Barker. 2003. Proceedings of the 3th International Symposium of Molecular Breeding of Forage and Turf. Dallas, Texas and Ardomore, Oklahama, USA. 12 pp.
21. Jafari, A., A. Bashirzade and H. Sharifabad. 2003. Evaluation of seed and yield components in 29 varieties, ecotypes of orchard grass. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 11: 83-122 (In Persian).
22. Johnson, R.A. and D.W. Wichern. 2007. Applied Multivariate Statistical Analysis. (4^{th} ed.), Prentice Hall International, INC. New Jersey, 773 pp.
23. Kirigwi, F.M., M. Van Ginkel, R. Trethowan, R.G. Seaes, S. Rajaram and G.M. Paulsen. 2004. Evaluation of selection strategies for wheat adaptation across water regimes. Euphytica, 135: 361-371.
24. Majidi, M.M. 2009. Assessment of genetic diversity and relationships between seed traits in tall fescue populations using multivariate statistical analysis. Electronic Journal of Crop Production, 135-148 (In Persian).
25. Milthorpe, F.L. and J. Moorby. 1974. An introduction to crop physiology. Cambridge university press. Cambridge. UK. 254 pp.
26. Mobin, P. 1980. Flora of Iranian herb. Vascular Plants, Volume I, Tehran University Press. 754 pp (In Persian).
27. Mohammadi, A., E. Majidi, M. Bihamta and H. Heidari Sharif Abad. 2006. Estimate of drought stress in filed and morphologic traits in wheat varaieties. Research and Development in Agriculture, 7: 124-137 (In Persian).
28. Mohammadi, R., M. Khayam-Nekouei, M.M. Majidi and R. Mirlohi. 2008. Capacity of species and genetic diversity in genotypes of Orchard grass (Dactylis glomerata). Iranian Journal of Crop Production, 3: 139-158 (In Persian).
29. Mozaffari, K. and A.A. Asadi. 2006. Relationships among traits using correlation, principal components and path analysis international safflower mutants sown in irrigated and drought stresscondition. Asian Journal of Plant Science, 5: 977-983.

30. Nguyen, H.T. and D.A. Sleper. 1983. Genetic variability of seed yield and reproductive characters in tall fescue1. Crop Science, 23: 621-626.
31. Peter, J. 1990. The development and structure of the assimilatory organs in triticale. Rostlinna Vyroba, 36: 927-936.
32. Sanderson, M.A., R.H. Skinner and G.F. Elwinger. 2002. Seedling development and field performance of prairie grass, grazing brome grass and orchad grass. Crop Science, 42: 224-230.
33. Singh, M. and R.K. Singh. 1973. Correlation and path-coefficient analysis in barley. Indiana. Journal of Agricultural Science, 43: 455-458.
34. Sleper, D.A. and J.M. Poehlman. 2006. Breeding Field Crops. 6th Edition. Van Nostrand Reinhold Company. New York, 724 pp.
35. Wang, Z., A. Hopkins and R. Mian. 2001. Forag and turf grass biotechnology. Critical Reviews in plant Science, 20: 573-619.

Assessment of Relationship between Seed Yield and its Components in Half Sib Populations of Orchard Grass (*Dactylis Glomerata*) under Normal and Drought Conditions

Behnam Hosseini[1], Mohammad Mahdi Majidi[2] and Aghafakhr Mirlohi[3]

1 and 3- M.Sc. Student and Professor, Isfahan University of Technology
2- Associate Professor, Isfahan University of Technology
(Corresponding author: majidi@cc.iut.ac.ir)
Received: December 22, 2013 Accepted: September 15, 2014

Abstract

This research was conducted to study relationships among yield and yield components in Orchard grass (*Dactylis glomerata*). For this purpose 25 half sib families derived from poly cross of 25 parental genotypes were evaluated under two moisture environments (normal and drought conditions) according to a randomized complete block design at the research farm of Isfahan University of Technology. The results indicated that seed yield had positive correlation with most of the studied traits. The highest correlations were observed between seed yield and seed weight in panicle (0.96^{**}) and seed number in plant (0.89^{**}) in non-stress and drought stress conditions, respectively. The correlations of seed yield with flag leaf width and flag leaf length were 0.41 and 0.39 in non-stress conditions. The results of factor analysis indicated that flag leaf is an important trait for improving seed yield. According to regression analysis seed weight in panicle, seed number in panicle and seed number in plant accounted for 98 and 96% of seed yield variation under normal and drought conditions, respectively. Path analysis for seed yield showed that under normal condition, seed weight per panicle and seed number per plant and under drought stress condition, seed number and thousand seed weight had the highest direct effect on seed yield. Genetic information on association among seed related traits can be used for increasing efficiency of indirect selection of seed yield in this crop.

Keywords: Correlation, Flag leaf, Orchard grass, Seed yield