دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های جو بهاره تحت شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی آخر فصل

علی سلیمانی[۱]، مصطفی ولی‌زاده[۲]، رضا درویش‌زاده[۳]، سعید اهری‌زاد[۴] و هادی علی‌پور[۵]

۱- دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
۲ و ۴- استاد و دانشیار، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
۳- استاد، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
۵- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، (نویسنده مسوول: alipourhadi64@gmail.com)
تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۵/۴/۱۴

چکیده

تنش خشکی ناشی از کم آبی و گرمای آخر فصل یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد گیاهان زراعی به شمار می‌آید. به منظور ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد جو بهاره تحت شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی در مرحلهٔ گل‌دهی و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی، تعداد ۱۶ ژنوتیپ جو در قالب دو طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار به صورت جداگانه در مزرعهٔ تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی ارومیه مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که در هر دو شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی برای اکثر صفات اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد که نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی بالا بین ژنوتیپ‌ها می‌باشد که امکان انتخاب ژنوتیپ‌ها براساس صفات مورد بررسی را فراهم می‌سازد. براساس نتایج مقایسه میانگین تحت شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی و همچنین شاخص STI، در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ‌های Kavir/Badia و Rihane-O5 به‌عنوان ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا و متحمل به تنش خشکی و ژنوتیپ‌های آذربایجان غربی، Local-Check، تکاب و مرند به‌عنوان ژنوتیپ‌های با عملکرد پایین و حساس به تنش خشکی معرفی شدند. نتایج تجزیه و تحلیل همبستگی‌های ساده، رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه علیت نشان داد که تحت شرایط آبیاری معمولی صفات عملکرد زیستی و تعداد پنجه‌های بارور و تحت شرایط تنش خشکی عملکرد زیستی از مهم‌ترین صفات موثر بر عملکرد دانه بودند. از آنجایی که عملکرد زیستی اثر مستقیم مثبت بالا بر عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش داشته، می توان آن را یکی از مهم‌ترین صفات برای بهبود عملکرد دانه در برنامه‌های اصلاحی مورد توجه قرار داد.

واژه‌های کلیدی: رگرسیون گام‌به‌گام، تجزیه علیت، تحلیل همبستگی، تنش خشکی، جو

مقدمه

عملکرد گیاهان زراعی تحت تأثیر ساختار ژنتیکی گیاه، شرایط محیطی و بر همکنش آن‌ها می‌باشد. اگرچه تنش‌های زنده و غیرزنده از مهم‌ترین عوامل کاهش تولید محسوب می‌شوند، ولی در بین تنش‌ها، تنش خشکی مهم‌ترین عامل محدود کننده محصولات در سیستم‌های کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می‌آید (۶). کشور ایران با متوسط بارندگی حدود ۲۵۰ میلی‌متر، یک سوم متوسط بارندگی جهان را داشته و براساس گزارش فائو حدود ۹۰ درصد آن در نواحی خشک و نیمه خشک قرار دارد (۷). جو بعد از گندم بیش‌ترین سطح زیر کشت را در ایران به خود اختصاص داده است و با درجهٔ سازگاری وسیع‌تر ولی با ارزش اقتصادی کمتر، در مناطقی از نواحی خشک که بارندگی برای تولید گندم کافی نیست، جایگزین گندم می‌شود (۱۵). بنابراین بررسی و مطالعه در مورد گیاه استراتژیک جو از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. آسپینال (۲) گزارش نموده است اثر تنش آب قبل از گرده افشانی باعث کاهش تعداد دانه در سنبله و به هنگام گرده افشانی و کمی پس از آن باعث کاهش وزن دانه‌ها می‌شود. اگر خشکی در مراحل اولیه تشکیل دانه حادث شود اثر سوء آن بیشتر است و باعث لاغر شدن و چروکیده شدن دانه‌ها می‌گردد. با این وجود، تنوع ژنتیکی برای تحمل به تنش کمبود آب گزارش شده است (۱۹،۱۷). روش‌های مختلفی برای ارزیابی واکنش محصولات زراعی نسبت به تنش‌های محیطی توسط محققین مورد استفاده قرار گرفته است. فرناندز (۸) شاخص حساسیت به تنش (STI) را پیشنهاد کرد که براساس عملکرد هر گیاه در دو شرایط مطلوب و تنش و مربع میانگین عملکرد تمامی گیاهان مورد آزمایش در شرایط مطلوب می‌باشد. هر چه مقدار STI بیشتر باشد نشانه بیشتر بودن مقاومت گیاه به تنش است. در ارزیابی تحمل ۲۲ ژنوتیپ و رقم جو به تنش خشکی مشخص شده که همبستگی شاخص STI با عملکرد گیاه نسبت به سایر شاخص‌ها بیشتر است (۲۳). از نقطه نظر کاربری، عملکرد دانه مهم‌ترین صفت هر برنامه اصلاحی است و علاوه بر داشتن قابلیت توارث پایین، صفت پیچیده‌ای بوده که توسط دامنه‌ای از سازوکارهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی متأثر می‌شود. بنابراین، با انتخاب غیرمستقیم صفات مرتبط با عملکرد دانه که قابل توارث و دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه بوده و به سهولت و سرعت قابل اندازه‌گیری باشد کارایی گزینش افزایش می‌یابد (۴). عملکرد دانه در جو خصوصیت پیچیده‌ای است که به طور مستقیم یا غیرمستقیم تحت تأثیر ژن‌های موجود در گیاه می‌باشد (۳). آمر (۱) در تحقیقی نشان داد که عملکرد دانه در جو با تعداد پنجه‌های بارور همبستگی منفی و غیر معنی‌داری دارد ولی با وزن هزار دانه و تعداد سنبلچه‌ها در یک سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد. باهاتا و ابراهیم (۳) در بررسی همبستگی و تجزیه علیت صفات در جو نشان داد که عملکرد دانه با طول سنبله همبستگی منفی و غیرمعنی‌دار و با تعداد پنجه بارور همبستگی منفی و معنی‌دار

دارد. همچنین، در این مطالعه عملکرد دانه با صفات ارتفاع گیاه همبستگی مثبت و غیرمعنی‌دار و با وزن هزار دانه، وزن سنبله و تعداد سنبلچه‌ها در یک سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. نجیب و وانی (۱۶) در بررسی همبستگی بین صفات زراعی و عملکرد دانه جو نشان دادند که عملکرد دانه با طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد زیستی همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد. همچنین، تعداد پنجه بارور هر گیاه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله اثر مستقیم و معنی‌دار روی عملکرد دانه داشت. ترمو و پراساد (۲۲) نشان دادند که تعداد دانه در سنبله اثر مستقیم بالایی بر عملکرد دانه جو داشت و به دنبال آن وزن هزار دانه قرار گرفت. در استان آذربایجان غربی جو از اهمیت زیادی برخوردار است و ارقام بهاره جو در مراحل نهائی رشد خود معمولاً با مشکل کمبود بارندگی مواجه هستند، بنابراین این تحقیق به منظور معرّفی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا و با قابلیت تحمل به خشکی در اواخر دوره رشد، بررسی اثرات تنش خشکی آخر فصل بر روی صفات فنولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد و تعیین تنوع فنوتیپی و همچنین بررسی اهمیت نسبی و تعیین میزان تأثیر مستقیم و غیرمستقیم صفات زراعی مؤثر بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو به منظور دستیابی به معیارهایی برای انتخاب در جهت بهبود عملکرد این گیاه در برنامه‌های به‌نژادی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد جو بهاره تحت شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی در مرحلهٔ گلدهی و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی، تعداد ۱۶ ژنوتیپ جو در مزرعهٔ تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی ارومیه مورد آزمایش قرار گرفتند. اسامی ژنوتیپ‌ها و سایر مشخصات مربوطه در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- اطلاعات ژنوتیپ‌های جو مورد بررسی

Table 1. Information of investigated barley genotypes

شماره	نام ژنوتیپ	تیپ سنبله
۱	Local- Check	شش ردیفه
۲	Rihane	شش ردیفه
۳	Rihane/Alger- Union	شش ردیفه
۴	Atlas 46/Kavir	شش ردیفه
۵	Gorgan/CM 67/Pro/Svo	شش ردیفه
۶	Suifu/ Walfajre	شش ردیفه
۷	QC 2.17/D7/Bgs	شش ردیفه
۸	Kavir/Badia	شش ردیفه
۹	Rihane-O5	شش ردیفه
۱۰	AS 46/ Ahtaz-ZAD	شش ردیفه
۱۱	Landrace (West Azarbaijan)	دو ردیفه
۱۲	Landrace (Tekab)	دو ردیفه
۱۳	Landrace (Marand)	دو ردیفه
۱۴	Hebe	دو ردیفه
۱۵	Union 300-4	دو ردیفه
۱۶	Landrace (Salmas)	دو ردیفه

تحقیق حاضر در قالب دو آزمایش جداگانهٔ آبیاری معمولی و تنش خشکی در مرحلهٔ گلدهی و بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ ژنوتیپ جو و در ۳ تکرار اجرا شد. طول و عرض جغرافیایی منطقه به ترتیب ´۵۷ و °۳۷ طول شرقی و ´۱ و °۴۵ عرض شمالی و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۲۵ متر می‌باشد. مجموع سالانه میانگین های درجهٔ حرارت بیش از صفر درجه سانتی‌گراد ۴۴۰۰ و بیش از ۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد ۲۰۰۰-۱۵۰۰ می‌باشد. حداقل بارندگی سالانه آن ۲۷۵ میلی‌متر، حداکثر آن ۵۲۵ میلی‌متر و متوسط بارندگی سالانهٔ آن ۴۲۴ میلی‌متر گزارش شده است. هر واحد آزمایشی از ۳ خط کاشت به طول ۴ متر تشکیل شد و بذر و ژنوتیپ‌های مورد نظر با احتساب ۲۵۰ بذر در هر مترمربع محاسبه و در عمق ۵-۳ سانتی‌متر خاک کاشته شدند. فاصلهٔ بین خطوط ۲۰ سانتی‌متر، فاصلهٔ دو تکرار ۱/۵ متر و فاصلهٔ دو آزمایش از هم ۵ متر انتخاب گردید. برای مبارزه با علف‌های هرز، چندین مرحله وجین دستی صورت گرفت، همچنین برای از بین بردن علف‌های هرز پهن برگ، در یک مرحله از علف‌کش 2-4-D استفاده گردید. کود ازته (اوره) به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سرک مصرف گردید. در هر دو آزمایش تا اوایل سنبله‌دهی ۳ بار آبیاری صورت گرفت، ولی برای ایجاد تنش در آزمایش تنش خشکی از اوایل تشکیل سنبله‌ها، آبیاری قطع گردید، در حالی‌که آزمایش آبیاری معمولی یک بار دیگر تا مرحلهٔ برداشت آبیاری گردید. در این تحقیق مدّت زمان ساقه‌دهی (از تاریخ کاشت تا زمانی که ۵۰ درصد بوته‌ها به ساقه رفتند)، مدّت زمان گلدهی (از تاریخ کاشت تا زمانی که ۵۰ درصد سنبله‌ها از غلاف برگ پرچم خارج شدند) و مدّت زمان رسیدگی (از تاریخ کاشت تا زمانی که ۹۵ درصد بوته‌های هرکرت کاملاً زرد شدند)، برحسب روز تعیین گردیدند. همچنین عملکرد دانه (پس از خرمن‌کوبی و جدا کردن دانه از کاه برحسب گرم در ۰/۶ مترمربع)، عملکرد زیستی (وزن قسمت هوائی بدون ریشه‌ها برحسب گرم در ۰/۶ مترمربع)، عملکرد کاه (تفاضل عملکرد زیستی و عملکرد

دانه)، شاخص برداشت (نسبت عملکرد دانه به عملکرد زیستی)، تعداد کل پنجه و پنجه‌های بارور (پس از ظهور کامل سنبله‌ها، تعداد کل پنجه‌ها شمارش گردید. پنجه‌هایی که دارای سنبله و قابل برداشت بودند، بعنوان پنجه‌های بارور در نظر گرفته شد)، طول ریشک (در ژنوتیپ‌های ۶ ردیفه سنبلچه وسطی از قسمت میانی سنبله و در ژنوتیپ‌های دو ردیفه از قسمت میانی سنبله بر حسب سانتی‌متر)، طول بوتهٔ اصلی (از محل طوقه در سطح خاک، تا نوک سنبله بدون در نظر گرفتن ریشک‌ها برحسب سانتی‌متر)، طول سنبله (از یقهٔ سنبله تا نوک آن بدون در نظر گرفتن ریشک بر حسب سانتی‌متر)، وزن هزاردانه (گرم)، تعداد دانه در سنبله، تعداد گره، زاویهٔ برگ پرچم، طول و عرض برگ پرچم (سانتی‌متر)، سطح برگ پرچم (طول×عرض برگ پرچم×۰/۶۷) (سانتی‌متر مربع) (۱۰) نیز اندازه‌گیری و محاسبه شدند. اندازه‌گیری صفات فوق بر روی ۱۰ بوته رقابت کننده از هر کرت صورت گرفت. برای تعیین عملکرد زیستی، دانه و کاه برداشت هر ژنوتیپ متناسب با رسیدگی فیزیولوژیک و به صورت دستی انجام گرفت. شاخص تحمل به خشکی طبق پیشنهاد فرناندز (۸) برای هر ژنوتیپ از رابطهٔ (۱) محاسبه گردید:

$$STI = \frac{(Y_S)(Y_P)}{(\overline{Y}_P)^2} \qquad (۱)$$

که در آن STI شاخص تحمل تنش، $\overline{Y}_P$ میانگین عملکرد کلیهٔ ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش، Y_S میانگین عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط تنش و Y_P میانگین عملکرد همان ژنوتیپ در شرایط بدون تنش می باشد. پس از آزمون همگنی واریانس‌ها و نرمال بودن توزیع اشتباهات آزمایشی، تجزیه داده‌ها با استفاده از برنامه‌های SAS 9.1 و MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد. تعیین ضرایب همبستگی ساده و رگرسیون چندگانه با استفاده از نرم‌افزار SPSS 21 و تجزیه علیت با نرم‌افزار Path74 انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه‌های آماری داده‌ها نشان داد که در هر دو شرایط آبیاری معمولی و تنش بین بلوک‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد که نشان‌دهنده یکنواختی زمین آزمایشی می‌باشد. در حالی که بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی برای اکثر صفات اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد که نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی بالا بین ژنوتیپ‌ها بوده که امکان انتخاب ژنوتیپ‌های را براساس صفات مورد بررسی فراهم می‌سازد (جداول ۲ و ۳). به‌طورکلی تنش خشکی باعث کاهش ۳۶ درصدی عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی شده است. بعد از عملکرد دانه، به ترتیب صفات عملکرد زیستی، عملکرد کاه، تعداد پنجه‌های بارور و شاخص برداشت کاهش در اثر تنش خشکی را نشان دادند. به نظر می‌رسد که کاهش عملکرد در شرایط خشکی بیشتر در اثر کاهش عملکرد کاه، عملکرد زیستی و تعداد پنجه‌های بارور باشد. با اینکه تعداد پنجه‌های بارور کاهش نشان داد ولی تعداد پنجه‌های کل نه تنها کاهش پیدا نکرده بود بلکه افزایش جزئی نیز داشت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت تنش خشکی در مرحله گلدهی باعث افزایش تعداد پنجه‌های نابارور می‌گردد (جدول ۴).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ۱۶ ژنوتیپ جو تحت شرایط آبیاری معمولی

Table 2. Analysis of variance of investigated traits in 16 barley genotypes under normal conditions

منابع تغییرات (S.O.V.)	درجه آزادی (df)	وزن ۱۰۰۰ دانه (1000GW)	عملکرد دانه (GY)	عملکرد کاه (SY)	عملکرد زیستی (BY)	شاخص برداشت (HI)	تعداد دانه در سنبله (NGS)	تعداد پنجه های بارور (NFT)	طول برگ پرچم (FLL)	عرض برگ پرچم (FLW)	سطح برگ پرچم (FLAr)
تکرار	۲	۰/۳۴۹۴^{ns}	۲۵۷۰۸/۹۲^{ns}	۱۹۵۴۶۰/۹۰^{ns}	۳۷۳۷۷۳/۹۱^{ns}	۴/۳۲۵۲^{ns}	۷/۱۹۲۳^{ns}	۰/۰۴۱۳^{ns}	۰/۰۷۶۶^{ns}	۰/۰۰۱۹^{ns}	۱/۷۶۳۷^{ns}
تنش	۱۵	۹۸/۲۸۲۲**	۱۰۴۳۶۰۹/۶۹**	۲۱۳۸۶۷۶۸/۳۴**	۲۸۲۴۴۴۰۹/۴۶**	۱۲۷/۰۰۴۳**	۲۷۴/۳۷۶۹**	۰/۴۰۸۲**	۱۶/۰۴۲۵**	۰/۲۱۴۴**	۱۱۸/۱۲۰۵**
اشتباه	۳۰	۳/۸۶۸۳	۱۸۳۵۸/۸۵	۷۸۶۸۲۸/۵۲	۲۶۹۷۵۱/۴۹	۳/۶۶۳۹	۵/۸۳۱۸	۰/۰۴۲۴	۱/۱۹۹۳	۰/۰۳۴۸	۲/۶۱۶۳
ضریب تغییرات	-	۳/۸۳	۸/۷۳	۱۴/۵۵	۶/۸۲	۹/۱۷	۹/۳۹	۱۰/۴۸	۷/۰۴	۱۴/۸۲	۱۲/۱۹

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ادامه جدول ۲-

Table 2. Continued

منابع تغییرات (S.O.V.)	درجه آزادی (df)	روز تا ساقه دهی (DS)	روز تا گلدهی (DF)	روز تا رسیدگی (DM)	طول میانگره دوم از انتها (LSIN)	طول سنبله (SL)	تعداد کل پنجه (TNT)	طول ریشک (AL)	ارتفاع بوته (PH)	تعداد گره (NN)	زاویه برگ پرچم (FLAn)	طول میانگره اول از انتها (FIN)
تکرار	۲	۵/۰۲۰۸^{ns}	۳/۲۷۰۸^{ns}	۳/۵۶۲۵^{ns}	۰/۰۶۲۵^{ns}	۰/۰۲۹۰^{ns}	۰/۰۰۲۹^{ns}	۰/۰۴۱۳^{ns}	۵/۴۱۸۳^{ns}	۰/۱۰۹۶^{ns}	۱/۵۹۰۷^{ns}	۱/۵۸۲۰^{ns}
تنش	۱۵	۹/۰۶۱۱**	۵۴/۸۴۴۴**	۳۶/۱۳۳۳**	۲/۹۸۳۲**	۴/۷۶۱۵**	۲/۵۹۱۰**	۴/۶۱۱۲**	۳۱/۶۹۶۹^{ns}	۰/۴۲۳۹^{ns}	۹۱/۳۳۶۹**	۱۵/۵۱۲۰**
اشتباه	۳۰	۲/۵۹۸۶	۱۲/۸۴۸۶	۰/۵۶۲۵	۰/۸۵۲۶	۰/۲۸۰۴	۰/۱۴۸۳	۰/۸۱۲۶	۲۲/۲۶۶۷	۰/۳۷۶۱	۴/۵۷۱۲	۳/۳۵۱۷
ضریب تغییرات	-	۳/۹۰	۵/۶۶	۰/۷۹	۶/۷۲	۶/۷۳	۹/۷۵	۷/۶۶	۸/۰۹	۱۵/۹۳	۹/۱۱	۹/۶۰

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

1000GW= 1000-grain weight; GY= Grain yield; SY= Straw yield; BY= Biological yield; HI= Harvest index; NGS= Number of grains per spike; NFT= Number of fertile tiller; FLL= Flag leaf length; FLW= Flag leaf width; FLAr= Flag leaf area; DS= Days to 50% heading; DF= Days to 50% flowering; DM= Days to maturity; LSIN= Length of the second inter nod from top; SL= Spike length; TNT= Total number of tiller; AL= Awn length; PH= Plant height; NN= Number of nods; FLAn= Flag leaf angle; LFIN= Length of the first inter node from top.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ۱۶ ژنوتیپ جو تحت شرایط تنش خشکی

Table 3. Analysis of variance of investigated traits in 16 barley genotypes under drought stress conditions

منابع تغییرات (S.O.V.)	درجه آزادی (df)	وزن ۱۰۰۰ دانه (1000GW)	عملکرد دانه (GY)	عملکرد کاه (SY)	عملکرد زیستی (BY)	شاخص برداشت (HI)	تعداد دانه در سنبله (NGS)	تعداد پنجه‌های بارور (NFT)	طول برگ پرچم (FLL)	عرض برگ پرچم (FLW)	سطح برگ پرچم (FLAr)
تکرار	۲	۰/۵۲۲۷^{ns}	۹۹۶/۲۳^{ns}	۵۹۴۷۲/۸۰^{ns}	۶۵۱۱۳/۸۳^{ns}	۰/۸۳۵۰^{ns}	۶/۴۱۲۲^{ns}	۰/۰۱۸۳^{ns}	۲/۴۵۴۵^{ns}	۰/۰۰۹۰^{ns}	۳/۷۱۳۸^{ns}
تنش	۱۵	۱۰۲/۱۰۱۱**	۴۸۸۲۳۷/۷۹**	۱۷۱۲۷۵۹۱/۸۱**	۲۲۲۰۹۴۰۱/۶۵**	۱۲۴/۷۳۴۸**	۳۰۲/۵۱۶۷**	۰/۴۸۵۶**	۱۷/۶۳۴۳**	۰/۱۸۵۹**	۶۹/۸۹۴۸**
اشتباه	۳۰	۵/۳۴۰۵	۶۵۷۰/۹۶	۱۷۰۰۱۲/۵۳	۱۶۲۸۹۶/۳۳	۵/۵۷۲۶	۱۰/۱۳۷۵	۰/۰۴۷۸	۲/۸۸۰۵	۰/۰۳۸۴	۷/۱۵۱۷
ضریب تغییرات	-	۴/۵۸	۷/۴۶	۸/۰۴	۶/۴۱	۱۲/۱۴	۱۲/۳۳	۱۲/۴۱	۱۱/۰۷	۱۵/۷۰	۱۹/۸۸

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ادامه جدول ۳

Table 3. Continued

منابع تغییرات (S.O.V.)	درجه آزادی (df)	روز تا ساقه دهی (DS)	روز تا گلدهی (DF)	روز تا رسیدگی (DM)	طول میانگره دوم از انتها (LSIN)	طول سنبله (SL)	تعداد کل پنجه (TNT)	طول ریشک (AL)	ارتفاع بوته (PH)	تعداد گره (NN)	زاویه برگ پرچم (FLA)	طول میانگره اول از انتها (FIN)
تکرار	۲	۰/۱۸۷۵^{ns}	۱۹/۱۴۵۸*	۱/۰۲۰۸^{ns}	۰/۴۲۰۲^{ns}	۰/۲۵۷۴^{ns}	۰/۰۸۲۲^{ns}	۰/۲۶۳۷^{ns}	۵/۴۶۹۰^{ns}	۰/۲۷۱۵^{ns}	۲/۲۴۸۳^{ns}	۲/۷۳۸۰^{ns}
تنش	۱۵	۱۲/۵۹۸۶*	۵۸/۴۳۸۹**	۳۱/۷۴۳۱**	۱/۶۹۴۸^{ns}	۶/۲۷۲۶**	۳/۵۶۱۷**	۵/۱۴۷۰**	۴۵/۲۸۰۴**	۰/۳۴۱۳^{ns}	۱۳۸/۸۸۴۷**	۹/۲۹۳۰**
اشتباه	۳۰	۵/۰۹۸۶	۳/۸۳۴۷	۱/۶۴۳۱	۱/۲۰۸۴	۰/۰۹۷۴	۰/۱۶۰۳	۰/۱۲۴۸	۱۵/۹۶۶۵	۰/۲۰۵۹	۳/۵۱۱۱	۲/۴۶۸۱
ضریب تغییرات	-	۵/۴۲	۳/۰۸	۱/۳۷	۸/۰۴	۳/۹۸	۱۰/۰۲	۳/۰۱	۷/۰۰	۱۲/۰۹	۷/۸۳	۸/۴۰

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

1000GW= 1000-grain weight; GY= Grain yield; SY= Straw yield; BY= Biological yield; HI= Harvest index; NGS= Number of grains per spike; NFT= Number of fertile tiller; FLL= Flag leaf length; FLW= Flag leaf width; FLAr= Flag leaf area; DS= Days to 50% heading; DF= Days to 50% flowering; DM= Days to maturity; LSIN= Length of the second inter nod from top; SL= Spike length; TNT= Total number of tiller; AL= Awn length; PH= Plant height; NN= Number of nods; FLAn= Flag leaf angle; LFIN= Length of the first inter node from top

جدول ۴- میانگین و درصد تغییرات صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های جو تحت شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی

Table 4. Mean and percentage of changes of investigated traits in barley genotypes under normal and drought stress conditions

Traits	صفات	آبیاری معمولی	تنش خشکی	درصد تغییرات
1000GW	وزن هزار دانه (گرم)	۵۱/۳۰	۵۰/۴۴	۱/۶۷
GY	عملکرد دانه (گرم)	۱۶۹۸/۰۳	۱۰۸۶/۹۷	۳۵/۹۹
SY	عملکرد کاه (گرم)	۶۰۹۵/۴۰	۵۱۳۰/۹۸	۱۵/۸۲
BY	عملکرد زیستی (گرم)	۷۶۲۰/۷۲	۶۲۹۷/۸۸	۱۷/۳۶
HI	شاخص برداشت (٪)	۲۰/۸۷	۱۹/۴۵	۶/۷۸
NGS	تعداد دانه در سنبله	۲۵/۷۲	۲۵/۸۲	-۰/۳۷
NFT	تعداد پنجه بارور	۱/۹۶	۱/۷۶	۱۰/۳۳
FLL	طول برگ پرچم (سانتی‌متر)	۱۵/۵۵	۱۵/۳۳	۱/۴۲
FLW	عرض برگ پرچم (سانتی‌متر)	۱/۲۶	۱/۲۵	۰/۸۳
FLAr	سطح برگ پرچم (سانتی‌متر مربع)	۱۳/۲۷	۱۳/۴۵	-۰/۱۸
DS	تعداد روز تا ۵۰ درصد ساقه‌دهی	۴۱/۲۹	۴۱/۶۹	-۰/۹۶
DF	تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی	۶۳/۳۳	۶۳/۵۴	-۰/۳۳
DM	تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی	۹۵/۰۰	۹۳/۲۷	۱/۸۲
LSIN	طول میانگره دوم از انتها (سانتی‌متر)	۱۳/۷۴	۱۳/۶۷	۰/۵۰
SL	طول سنبله (سانتی‌متر)	۷/۸۷	۷/۸۴	۰/۳۷
TNT	تعداد پنجه کل	۳/۹۵	۴/۰۰	-۱/۲۸
AL	طول ریشک (سانتی‌متر)	۱۱/۷۶	۱۱/۷۱	۰/۴۲
PH	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۵۸/۳۰	۵۷/۰۵	۲/۱۴
NN	تعداد گره	۳/۸۵	۳/۷۵	۲/۶۲
FLAn	زاویه برگ پرچم	۲۳/۴۷	۲۳/۹۳	-۱/۹۸
LFIN	طول میانگره اول از انتها (سانتی‌متر)	۱۹/۰۸	۱۸/۷۱	۱/۸۹

1000GW= 1000-grain weight; GY= Grain yield; SY= Straw yield; BY= Biological yield; HI= Harvest index; NGS= Number of grains per spike; NFT= Number of fertile tiller; FLL= Flag leaf length; FLW= Flag leaf width; FLAr= Flag leaf area; DS= Days to 50% heading; DF= Days to 50% flowering; DM= Days to maturity; LSIN= Length of the second inter nod from top; SL= Spike length; TNT= Total number of tiller; AL= Awn length; PH= Plant height; NN= Number of nods; FLAn= Flag leaf angle; LFIN= Length of the first inter node from top.

در این تحقیق با توجه به اینکه تنش خشکی در مرحله گلدهی انجام شد، صفات تعداد روز تا ۵۰ ساقه‌دهی و تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفته ولی تعداد روز تا رسیدگی تحت شرایط تنش کاهش نشان داد. تنش خشکی همچنین باعث کاهش در صفات ارتفاع بوته، طول ریشک، طول میانگره اول از انتها، وزن هزار دانه، طول برگ پرچم شد. صدیق و همکاران (۲۰) و سی و سه مرده و همکاران (۲۱) نشان دادند که تنش خشکی باعث کاهش قابل توجهی در هدایت روزنه‌ای، توسعه و رشد برگ‌ها می‌شود که این امر کاهش تولید گیاه را در پی دارد. نتایج حاصل از

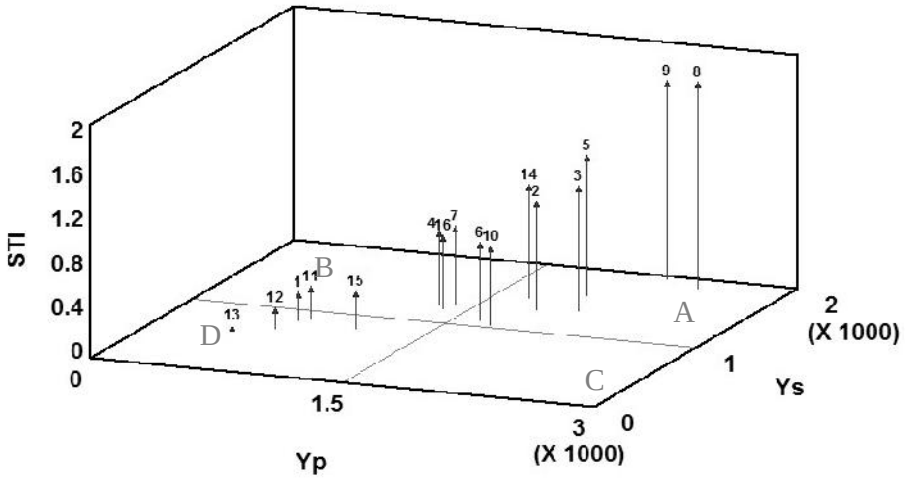
مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) نشان داد که در شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی بیشترین عملکرد به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های شماره ۸ و ۹ می‌باشد و از نظر شاخص تحمل تنش نیز بیشترین STI به ترتیب با متوسط ۱/۸۶ و ۱/۷۸ مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۸ و ۹ بودند که در گروه A نمودار سه‌بعدی قرار گرفتند. علاوه بر ژنوتیپ‌های شماره ۸ و ۹، ژنوتیپ‌های ۲، ۳، ۵، ۶، ۱۰ و ۱۴ نیز در گروه A نمودار سه‌بعدی قرار گرفته‌اند که نشان‌دهنده تحمل و عملکرد مناسب این ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی می‌باشد. ژنوتیپ‌های آذربایجان غربی، Local-Check، تکاب، مرند و Union 300-4 که در ناحیه D نمودار سه‌بعدی قرار گرفته و کمترین عملکرد را در هر دو شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی داشتند و به عنوان ژنوتیپ‌های حساس به تنش خشکی معرفی شدند (شکل ۱). در بین این ژنوتیپ‌ها نیز ژنوتیپ مرند با کاهش زیاد در عملکرد دانه و داشتن کمترین مقدار شاخص STI به عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ شناسایی شد. البته باید توجه داشت که ژنوتیپ‌های آذربایجان غربی، تکاب و مرند جزء ژنوتیپ‌های دو ردیفه بوده و کم بودن عمکرد در این ژنوتیپ‌ها می‌تواند ناشی از این صفت باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد آبی، تنش خشکی و مقادیر شاخص کمی تحمل به خشکی

Table 5. Mean compression of yield under normal (Yp) and drought stress (Ys) condition and drought stress tolerance index (STI)

شماره ژنوتیپ	اسم ژنوتیپ	Yp	Ys	STI
۱	Local- Check	۷۹۶/۶۷^{h}	۷۳۳/۳۰^{h}	۰/۲۴۳۸
۲	Rihane	۱۹۲۵/۰۰^{cde}	۱۲۱۰/۵۷^{de}	۰/۹۷۲۶
۳	Rihane/ Alger- Union	۲۱۴۱/۱۳^{bc}	۱۲۵۷/۲۳^{cd}	۱/۱۲۳۲
۴	Atlas 46/ Kavir	۱۳۸۱/۱۳^{fg}	۱۱۴۸/۳۳^{de}	۰/۶۶۱۹
۵	Gorgan/ CM 67/ Pro/ Svo	۲۰۵۷/۴۷^{cd}	۱۴۸۰/۰۰^{b}	۱/۲۷۱۲
۶	Suifu/ Walfajre	۱۷۲۸/۳۳^{e}	۹۷۵/۰۰^{fg}	۰/۷۰۳۳
۷	QC 2.17 /D7/ Bgs	۱۴۶۴/۴۷^{f}	۱۱۶۶/۱۰^{de}	۰/۷۱۲۷
۸	Kavir/ Badia	۲۵۶۲/۷۷^{a}	۱۷۴۱/۱۳^{a}	۱/۸۶۲۲
۹	Rihane- O5	۲۳۲۱/۸۰^{b}	۱۸۴۱/۶۷^{a}	۱/۷۸۴۸
۱۰	AS 46/ Ahtaz- ZAD	۱۸۲۳/۳۰^{de}	۹۲۹/۴۳^{g}	۰/۷۰۷۲
۱۱	Landrace (West Azarbaijan)	۸۳۵/۸۶^{h}	۷۸۲/۱۰^{h}	۰/۲۷۲۸
۱۲	Landrace (Tekab)	۷۴۷/۷۷^{h}	۵۷۹/۴۳^{i}	۰/۱۸۰۸
۱۳	Landrace (Marand)	۶۷۳/۳۳^{h}	۳۹۲/۷۷^{j}	۰/۰۹۹۱
۱۴	Hebe	۱۷۸۱/۰۷^{e}	۱۳۶۸/۳۳^{bc}	۱/۰۱۷۱
۱۵	Union 300-4	۱۱۶۲/۷۷^{g}	۶۸۶/۱۰^{hi}	۰/۳۳۳۰
۱۶	Landrace (Salmas)	۱۴۳۲/۲۳^{f}	۱۱۰۰/۰۰^{ef}	۰/۶۵۷۵

*: حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.



شکل ۱- نمودار پراکنش سه‌بعدی تعیین ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی براساس عملکرد تحت شرایط آبیاری معمولی (Yp)، عملکرد تحت شرایط تنش (Ys) و شاخص STI

Figure 1. 3D plot for determination tolerant genotypes to drought stress based on Yp, Ys and STI index
1= Local- Check; 2= Rihane; 3= Rihane/ Alger- Union; 4= Atlas 46/ Kavir, 5= Gorgan/ CM 67/ Pro/ Svo; 6= Suifu/ Walfajre; 7= QC 2.17 /D7/ Bgs; 8= Kavir/ Badia; 9= Rihane- O5; 9= AS 46/ Ahtaz- ZAD; 11= Landrace (West Azarbaijan); 12= Landrace (Tekab); 13= Landrace (Marand); 14= Hebe; 15= Union 300-4; 16= Landrace (Salmas).

تعیین ضرایب هبستگی ساده

نتایج حاصل از تحلیل همبستگی ساده دو به دو بین صفات مورد بررسی تحت شرایط آبیاری معمولی نشان داد (جدول ۶) که عملکرد دانه به ترتیب با صفات عملکرد زیستی، زاویه برگ پرچم، تعداد دانه در سنبله، عملکرد کاه و تعداد پنجه بارور همبستگی مثبت معنی‌دار و با تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، روز تا رسیدگی، طول سنبله، وزن هزار دانه، تعداد گره و ارتفاع بوته همبستگی منفی معنی‌داری دارد. در این تحقیق، ژنوتیپ‌های بومی ساقه‌های نازک و بلند داشته ولی از طرف دیگر به دلیل پتانسیل جذب آب کمتر، عملکرد پایینی را داشتند اما سایر ژنوتیپ‌های دارای ساقه‌های کوتاه و ضخیم بوده و که جذب آب زیادی داشته و توانستند از آب آبیاری در جهت تولید محصول بیشتر استفاده کنند. تعداد دانه در سنبله با وزن هزار دانه و با تعداد کل پنجه‌ها همبستگی منفی معنی‌داری نشان داد و بین وزن هزار دانه با تعداد پنجه ها همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده گردید. بنابراین می توان نتیجه گرفت با افزایش تعداد پنجه‌ها، وزن هزار دانه افزایش ولی تعداد دانه در سنبله کاهش می‌یابد. بنابراین تحت شرایط آبیاری معمولی در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ‌هایی با تعداد پنجهٔ کمتر و تعداد دانه در سنبله بیشتر، عملکرد بالاتری را تولید می‌کنند. حیدری و همکاران (۱۲) نیز در بررسی صفات مرتبط با عملکرد دانه در گندم رابطه منفی بین وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله مشاهده نمودند. تحت شرایط تنش خشکی نیز عملکرد دانه به ترتیب با عملکرد زیستی، عملکرد کاه، زاویه برگ پرچم و تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری و با صفات تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی و ارتفاع بوته همبستگی منفی معنی‌داری نشان داد (جدول ۷). نیکخواه و همکاران (۱۸) نیز در آزمایشی به‌منظور ارزیابی صفات موثر بر عملکرد ارقام جو نشان داد که در شرایط تنش خشکی انتهای فصل، عملکرد دانه با تعداد روز تا سنبله رفتن همبستگی منفی و معنی‌داری دارد. فیشر و مورر (۹) در بررسی ارقام گندم نشان دادند که ارقامی که در شرایط تنش خشکی زودتر وارد مرحله گلدهی شده بودند، عملکرد بالاتری را مشاهده کردند. با توجه به نتایج همبستگی می‌توان نتیجه گرفت که زاویه برگ پرچم نیز صفت مهمی در شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی می باشد به طوری در ارقامی که دارای زاویه برگ پرچم بیشتری بودند، عملکرد دانه بالاتری نیز نشان دادند. کرمی و همکاران (۱۴) نیز نشان دادند که تحت شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی عملکرد دانه با عملکرد زیستی، عملکرد کاه و تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد.

جدول ۶- همبستگی بین صفات مورد بررسی در ۱۶ ژنوتیپ جو تحت شرایط آبیاری معمولی

Table 6. Correlation coefficients between investigated traits of barley genotypes under normal conditions

Traits	صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱
1000GW	۱. وزن هزار دانه	۱																				
GY	۲. عملکرد دانه	-۰/۳۶*	۱																			
SY	۳. عملکرد کاه	-۰/۷۴**	۰/۴۲**	۱																		
BY	۴. عملکرد زیستی	-۰/۷۶**	۰/۵۸**	۰/۹۵**	۱																	
HI	۵. شاخص برداشت	۰/۴۵**	۰/۲۷ns	-۰/۵۹**	-۰/۴۹**	۱																
NGS	۶. تعداد دانه در سنبله	-۰/۳۹**	۰/۴۵**	۰/۱۷ns	۰/۲۳ns	۰/۰۶ns	۱															
NFT	۷. تعداد پنجه بارور	۰/۴۵**	۰/۳۷*	-۰/۳۶*	-۰/۲۵ns	۰/۶۸**	-۰/۰۲ns	۱														
FLL	۸. طول برگ پرچم	-۰/۳۹**	-۰/۱۵ns	۰/۲۰ns	۰/۱۹ns	-۰/۴۷**	۰/۱۱ns	-۰/۲۸ns	۱													
FLW	۹. عرض برگ پرچم	-۰/۵۰**	۰/۱۲ns	۰/۲۱ns	۰/۲۴ns	-۰/۱۹ns	۰/۵۴**	-۰/۲۲ns	۰/۵۶**	۱												
FLAr	۱۰. سطح برگ پرچم	-۰/۴۷**	-۰/۰۰ns	۰/۱۳ns	۰/۱۵ns	-۰/۲۷ns	۰/۴۹**	-۰/۲۶ns	۰/۸۰**	۰/۸۲**	۱											
DS	۱۱. دهی‌روز تا ۵۰ درصد ساقه	۰/۱۹ns	-۰/۲۵ns	-۰/۰۹ns	-۰/۲۱ns	-۰/۱۸ns	-۰/۰۳ns	-۰/۲۶ns	-۰/۴۱**	-۰/۲۲ns	-۰/۳۳*	۱										
DF	۱۲. روز تا ۵۰ درصد گلدهی	۰/۱۵ns	-۰/۵۱**	۰/۰۳ns	-۰/۰۸ns	-۰/۴۰**	-۰/۲۵ns	-۰/۴۲**	۰/۰۴ns	-۰/۲۴ns	-۰/۱۵ns	۰/۱۱ns	۱									
DM	۱۳. روز تا ۵۰ درصد رسیدگی	۰/۱۲ns	-۰/۴۶**	۰/۱۱ns	۰/۰۱ns	-۰/۴۲**	-۰/۳۴ns	-۰/۳۰*	-۰/۲۱ns	-۰/۳۸**	-۰/۴۷**	۰/۲۷ns	۰/۶۲**	۱								
LSIN	۱۴. طول میانگره دوم از انتها	۰/۳۸**	-۰/۱۶ns	-۰/۱۰ns	-۰/۱۶ns	-۰/۰۲ns	-۰/۱۸ns	-۰/۰۵ns	-۰/۲۵ns	-۰/۳۳*	-۰/۳۹**	۰/۲۹*	۰/۴۲**	۰/۴۰**	۱							
SL	۱۵. طول سنبله	۰/۱۹ns	-۰/۴۳**	-۰/۰۷ns	-۰/۱۴ns	-۰/۲۰ns	-۰/۳۲*	-۰/۲۶ns	۰/۱۹ns	۰/۱۲ns	-۰/۰۱ns	-۰/۰۵ns	۰/۶۰**	۰/۳۳*	۰/۴۰**	۱						
TNT	۱۶. تعداد پنجه کل	۰/۵۶**	-۰/۲۱ns	-۰/۳۰*	-۰/۳۱*	۰/۲۸ns	-۰/۶۵**	۰/۴۳**	-۰/۲۰ns	-۰/۵۲**	-۰/۵۸**	-۰/۱۴ns	۰/۱۹ns	۰/۳۸**	۰/۴۱**	۰/۴۱**	۱					
AL	۱۷. طول ریشک	۰/۱۹ns	-۰/۲۲ns	۰/۰۷ns	۰/۰۲ns	-۰/۲۸ns	-۰/۲۹*	-۰/۳۶*	۰/۰۸ns	-۰/۰۸ns	-۰/۰۴ns	۰/۱۰ns	۰/۳۹**	۰/۰۶ns	۰/۳۱*	۰/۴۹**	۰/۰۳ns	۱				
PH	۱۸. ارتفاع بوته	۰/۰۹ns	-۰/۳۱*	-۰/۱۴ns	-۰/۱۹ns	-۰/۱۶ns	-۰/۱۴ns	-۰/۳۶*	-۰/۰۲ns	-۰/۰۷ns	-۰/۱۶ns	۰/۰۷ns	۰/۳۳*	۰/۲۶ns	۰/۴۰**	۰/۳۲*	۰/۱۵ns	۰/۲۵ns	۱			
NN	۱۹. تعداد گره	-۰/۱۲ns	-۰/۳۲*	-۰/۰۱ns	-۰/۰۳ns	-۰/۲۰ns	-۰/۰۸ns	-۰/۴۴**	۰/۲۹*	۰/۲۳ns	۰/۲۷ns	-۰/۰۶ns	۰/۳۲*	۰/۱۸ns	۰/۲۰ns	۰/۴۷**	۰/۰۵ns	۰/۱۸ns	۰/۲۷ns	۱		
FLAn	۲۰. زاویه برگ پرچم	-۰/۳۳*	۰/۴۶*	۰/۱۲ns	۰/۱۹ns	۰/۰۴ns	۰/۸۵**	۰/۰۵ns	۰/۱۵ns	۰/۴۷**	۰/۴۳**	-۰/۰۸ns	-۰/۲۵ns	-۰/۳۳*	-۰/۱۱ns	-۰/۳۳*	-۰/۵۷**	-۰/۳۲*	-۰/۰۲ns	-۰/۰۷ns	۱	
LFIN	۲۱. طول میانگره اول از انتها	۰/۰۱ns	۰/۱۷ns	۰/۰۵ns	۰/۰۳ns	-۰/۰۷ns	۰/۱۸ns	-۰/۱۱ns	-۰/۱۴ns	۰/۱۳ns	۰/۱۱ns	۰/۲۴ns	-۰/۳۸**	-۰/۳۵*	۰/۰۳ns	-۰/۳۰*	-۰/۴۱**	۰/۲۷ns	۰/۰۹ns	-۰/۱۶ns	۰/۱۵ns	۱

ns و * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

1000GW= 1000-grain weight; GY= Grain yield; SY= Straw yield; BY= Biological yield; HI= Harvest index; NGS= Number of grains per spike; NFT= Number of fertile tiller; FLL= Flag leaf length; FLW= Flag leaf width; FLAr= Flag leaf area; DS= Days to 50% heading; DF= Days to 50% flowering; DM= Days to maturity; LSIN= Length of the second inter nod from top; SL= Spike length; TNT= Total number of tiller; AL= Awn length; PH= Plant height; NN= Number of nods; FLAn= Flag leaf angle; LFIN= Length of the first inter node from top.

جدول ۷- همبستگی بین صفات مورد بررسی در ۱۶ ژنوتیپ جو تحت شرایط تنش خشکی

Table 6. Correlation coefficients between investigated traits of barley genotypes under drought stress conditions

Traits	صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱
1000GW	۱. وزن هزار دانه	۱																				
GY	۲. عملکرد دانه	-۰/۳۲*	۱																			
SY	۳. عملکرد کاه	-۰/۵۷**	۰/۵۱**	۱																		
BY	۴. عملکرد زیستی	-۰/۱۸	۰/۶۳**	۰/۹۹**	۱																	
HI	۵. شاخص برداشت	۰/۳۷*	۰/۲۸^{ns}	-۰/۵۹*	-۰/۴۸**	۱																
NGS	۶. تعداد دانه در سنبله	-۰/۵۱**	۰/۳۴*	۰/۳۰*	۰/۳۱*	-۰/۱۷^{ns}	۱															
NFT	۷. تعداد پنجه بارور	۰/۵۷**	-۰/۲۳^{ns}	-۰/۱۴^{ns}	-۰/۱۶^{ns}	-۰/۰۴^{ns}	-۰/۴۵**	۱														
FLL	۸. طول برگ پرچم	-۰/۲۸^{ns}	۰/۰۰^{ns}	۰/۳۱*	۰/۲۷^{ns}	-۰/۳۹**	۰/۳۱*	-۰/۰۲^{ns}	۱													
FLW	۹. عرض برگ پرچم	-۰/۴۳**	۰/۱۳^{ns}	۰/۲۰^{ns}	۰/۱۹^{ns}	-۰/۱۸^{ns}	۰/۵۸**	-۰/۳۴*	۰/۶۹**	۱												
FLAr	۱۰. سطح برگ پرچم	-۰/۳۳*	-۰/۰۱^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۰/۱۵^{ns}	-۰/۲۹*	۰/۴۷**	-۰/۱۹^{ns}	۰/۹۰**	۰/۸۶**	۱											
DS	۱۱. دهی‌روز تا ۵۰ درصد ساقه	۰/۲۴^{ns}	-۰/۲۲^{ns}	-۰/۳۲*	-۰/۳۲*	۰/۱۳^{ns}	-۰/۰۹^{ns}	-۰/۱۵^{ns}	-۰/۵۲**	-۰/۱۹^{ns}	-۰/۳۹**	۱										
DF	۱۲. روز تا ۵۰ درصد گلدهی	۰/۱۰^{ns}	-۰/۵۹**	-۰/۰۴^{ns}	-۰/۱۲^{ns}	-۰/۴۹**	-۰/۲۰^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۰۹^{ns}	-۰/۰۵^{ns}	۰/۱۰^{ns}	-۰/۰۱^{ns}	۱									
DM	۱۳. روز تا ۵۰ درصد رسیدگی	۰/۱۴^{ns}	-۰/۵۹**	-۰/۰۳^{ns}	-۰/۱۱^{ns}	-۰/۳۹**	-۰/۴۰**	۰/۰۵^{ns}	-۰/۱۰^{ns}	-۰/۲۲^{ns}	-۰/۱۲^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۸۲**	۱								
LSIN	۱۴. طول میانگره دوم از انتها	۰/۲۷^{ns}	-۰/۲۰^{ns}	-۰/۱۴^{ns}	-۰/۱۴^{ns}	-۰/۰۳^{ns}	-۰/۳۱*	۰/۰۶^{ns}	-۰/۲۹*	-۰/۳۸**	-۰/۳۴*	۰/۱۹^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۱							
SL	۱۵. طول سنبله	۰/۰۳^{ns}	-۰/۲۹*	۰/۱۶^{ns}	۰/۱۰^{ns}	-۰/۴۵**	-۰/۰۶^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۰/۴۸**	۰/۱۷^{ns}	۰/۳۷*	-۰/۲۸^{ns}	۰/۶۳**	۰/۴۸**	۰/۱۰^{ns}	۱						
TNT	۱۶. تعداد پنجه کل	۰/۳۴*	-۰/۲۸^{ns}	-۰/۰۷^{ns}	-۰/۱۱^{ns}	-۰/۲۴^{ns}	-۰/۴۲**	۰/۶۲**	۰/۲۳^{ns}	-۰/۱۷^{ns}	-۰/۰۰^{ns}	-۰/۲۲^{ns}	۰/۲۹*	۰/۲۵^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/۶۲**	۱					
AL	۱۷. طول ریشک	۰/۲۶^{ns}	-۰/۱۸^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۰/۰۷^{ns}	-۰/۲۶^{ns}	-۰/۲۸^{ns}	۰/۱۰^{ns}	۰/۱۰^{ns}	-۰/۱۴^{ns}	-۰/۰۰^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۵۰**	۰/۴۴**	۰/۱۶^{ns}	۰/۴۱**	۰/۰۹^{ns}	۱				
PH	۱۸. ارتفاع بوته	۰/۳۶*	-۰/۴۰**	-۰/۱۴^{ns}	-۰/۱۸^{ns}	-۰/۱۸^{ns}	-۰/۳۸**	۰/۲۱^{ns}	۰/۰۰^{ns}	-۰/۲۰^{ns}	-۰/۰۸^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/۲۹*	۰/۳۵*	۰/۵۵**	۰/۳۶*	۰/۳۹**	۰/۱۵^{ns}	۱			
NN	۱۹. تعداد گره	-۰/۱۲^{ns}	-۰/۲۲^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۱^{ns}	-۰/۲۷^{ns}	۰/۰۵^{ns}	-۰/۰۸^{ns}	۰/۱۹^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۰/۲۳^{ns}	-۰/۱۰^{ns}	۰/۴۱**	۰/۳۸**	۰/۰۸^{ns}	۰/۵۲**	۰/۱۹^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۱		
FLAn	۲۰. زاویه برگ پرچم	-۰/۲۴^{ns}	۰/۳۷**	۰/۰۸^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۷۲**	-۰/۳۹**	۰/۱۶^{ns}	۰/۴۸**	۰/۳۸**	۰/۰۳^{ns}	-۰/۳۱*	-۰/۵۳**	-۰/۱۵^{ns}	-۰/۲۶^{ns}	-۰/۴۳**	-۰/۳۱*	-۰/۲۰^{ns}	-۰/۰۸^{ns}	۱	
LFIN	۲۱. طول میانگره اول از انتها	۰/۲۴^{ns}	۰/۰۲^{ns}	-۰/۲۲^{ns}	-۰/۱۸^{ns}	۰/۲۵^{ns}	-۰/۰۸^{ns}	۰/۱۲^{ns}	-۰/۲۲^{ns}	-۰/۲۵^{ns}	-۰/۲۶^{ns}	۰/۲۱^{ns}	-۰/۴۰**	-۰/۳۲*	۰/۲۴^{ns}	-۰/۴۸**	-۰/۲۵^{ns}	-۰/۰۶^{ns}	۰/۱۶^{ns}	-۰/۴۱**	۰/۲۳^{ns}	۱

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

1000GW= 1000-grain weight; GY= Grain yield; SY= Straw yield; BY= Biological yield; HI= Harvest index; NGS= Number of grains per spike; NFT= Number of fertile tiller; FLL= Flag leaf length; FLW= Flag leaf width; FLAr= Flag leaf area; DS= Days to 50% heading; DF= Days to 50% flowering; DM= Days to maturity; LSIN= Length of the second inter nod from top; SL= Spike length; TNT= Total number of tiller; AL= Awn length; PH= Plant height; NN= Number of nods; FLAn= Flag leaf angle; LFIN= Length of the first inter node from top.

تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام

برای حذف اثر صفات غیر موثر و یا کم تأثیر در مدل رگرسیونی روی صفت عملکرد دانه، از رگرسون گام‌به‌گام استفاده شد. نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون گام‌به‌گام تحت شرایط آبیاری معمولی با در نظر گرفتن عملکرد دانه به عنوان متغیر تابع و سایر صفات به‌عنوان متغیرهای مستقل بدست آمد. با توجه به نتایج (جدول ۸)، صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی با ضریب منفی، بیشترین تأثیر را بر روی عملکرد بوته داشته و به تنهایی حدود ۳۸/۵ درصد از تغییرات مربوط به عملکرد دانه را توجیه کرد. علاوه بر این صفت، صفات عملکرد زیستی و تعداد پنجه بارور نیز با ضرایب مثبت به ترتیب وارد مدل شدند که در مجموع ۷۹/۴ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کردند. بنابراین تحت شرایط آبیاری معمولی این صفات در ارتباط نزدیک با عملکرد بوده و به‌عنوان صفات مؤثر در افزایش عملکرد شناخته شدند (جدول ۸). در شرایط تنش خشکی نیز نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام نشان داد (جدول ۹) که عملکرد زیستی اولین صفتی بود که وارد معادله رگرسیونی شده و به تنهایی ۴۱ درصد تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرد و بعد از آن به ترتیب صفات عملکرد کاه، وزن ۱۰۰۰ دانه، تعداد روز تا رسیدگی، طول میانگره اول از انتها و سطح برگ پرچم وارد مدل رگرسیونی شدند که در کل ۹۹/۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. کرمی و همکاران (۱۴) در مطالعه ۲۲ ژنوتیپ جو در شرایط غیر تنش و تنش خشکی با استفاده از آمار چند متغیره نتیجه گرفتند که صفاتی مانند تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، ماده خشک، عملکرد کاه و کلش و شاخص برداشت در حدود ۹۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه را در هر دو شرایط توجیه می‌نمایند. حسین پور و همکاران (۱۳) نیز در بررسی اثر تنش خشکی روی عملکرد و برخی خصوصات فیزیولوژیک جو نشان دادند که تحت شرایط آبیاری معمولی تعداد پنجه بارور و تحت شرایط تنش خشکی تعداد دانه سنبله اصلی با ضریب مثبت از صفات مهم و تأثیر گذار روی عملکرد دانه می‌باشند. نیکخواه و همکاران (۱۸) نیز براساس نتایج رگرسیون گام‌به‌گام نشان دادند که تحت شرایط تنش خشکی صفت تعداد روز تا سنبله رفتن تأثیر منفی بر عمکرد دانه دارد. به طوری که با افزایش تعداد روز تا سنبله‌دهی، عملکرد دانه در ارقام مورد بررسی کاهش نشان می‌دهد.

جدول ۸- نتایج رگرسیون گام‌به‌گام بین عملکرد دانه با سایر صفات مورد بررسی در ۱۶ ژنوتیپ جو تحت شرایط آبیاری معمولی

Table 8. Stepwise regression analysis for seed yield and other investigated traits in sixteen barley genotypes under normal conditions

مرحله	Traits	صفات	مقدار برآورد شده	R^2
–	Intercept	عرض از مبدأ	۱۹۸۶/۳۸^{ns}	-
۱	DF	تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی	-۴۴/۸۷۴^{ns}	۰/۳۸۵
۲	BY	عملکرد زیستی	۰/۱۳۰**	۰/۶۵۹
۳	NFT	تعداد پنجه بارور	۷۲۰/۵۸۰*	۰/۷۹۴

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

DF= Days to 50% flowering; BY= Biological yield; NFT= Number of fertile tiller.

جدول ۹- نتایج رگرسیون گام‌به‌گام بین عملکرد دانه با سایر صفات مورد بررسی در ۱۶ ژنوتیپ جو تحت شرایط تنش خشکی

Table 9. Stepwise regression analysis for seed yield and other investigated traits in sixteen barley genotypes under drought stress conditions

مرحله	Traits	صفات	مقدار برآورد شده	R^2
–	Intercept	عرض از مبدأ	۴۹۳۴/۶۶**	-
۱	BY	عملکرد زیستی	۰/۷۶**	۰/۴۱۰
۲	SY	عملکرد کاه	-۰/۷۹**	۰/۹۲۳
۳	1000GW	وزن هزار دانه	-۱۳/۱۱**	۰/۹۶۳
۴	DM	تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی	-۳۱/۶۸**	۰/۹۷۵
۵	LFIN	طول میانگره اول از انتها	-۴۴/۰۰**	۰/۹۸۹
۶	FLAr	سطح برگ پرچم	-۶/۰۹**	۰/۹۹۷

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

BY= Biological yield; SY= Straw yield; 1000GW= 1000-grain weight; DM= Days to maturity; LFIN= Length of the first inter node from top; FLAr= Flag leaf area.

تجزیه علیت

باید توجه داشت که با بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات از طریق تجزیه علیت و تفسیر آن اطلاعات دقیق‌تر و قابل قبول‌تری در این زمینه می‌توان ارائه داد و براساس تجزیه رگرسیون و همبستگی نمی‌توان به معرفی شاخص انتخاب مناسب پرداخت. اگر همبستگی بین عملکرد و یک صفت به علت اثر مستقیم آن صفت باشد نشان‌دهنده رابطهٔ واقعی بین آن‌ها می‌باشد و لذا می‌توان صفت مذکور را به‌منظور اصلاح عملکرد انتخاب نمود، اما اگر این همبستگی به دلیل اثر غیرمستقیم صفت از طریق صفت دیگر باشد در این صورت عمل انتخاب را باید بر روی صفتی انجام داد که سبب اثر غیرمستقیم شده است. نتایج تجزیه

علیت تحت شرایط آبیاری معمولی نشان داد (جدول ۱۰) که بیشترین اثر مستقیم و مثبت به ترتیب مربوط به عملکرد زیستی (۰/۶۶۱) و تعداد پنجه بارور (۰/۴۱۷) می‌باشد در مقابل صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی (۰/۲۸۲-) اثر مستقیم و منفی بر روی عملکرد دانه نشان داد و این صفت بیشترین اثر غیرمستقیم و منفی را از طریق صفت تعداد پنجه بارور (۰/۱۷۶-) بر روی عملکرد دانه داشت. بنابراین با کاهش تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، تعداد پنجهٔ موثر افزایش یافته که در نهایت باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردد. با توجه به اینکه اثرات مستقیم صفات با همبستگی مطابقت داشتند و تأثیر آن‌ها در یک جهت بود. بنابراین هرگونه تلاش به منظور کاهش تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی از یک طرف و افزایش عملکرد زیستی و تعداد پنجه بارور از طرف دیگر، به افزایش عملکرد دانه منجر خواهد شد. داداشی و همکاران (۵) نیز با توجه به نتایج تجزیه علیت در بررسی لاین‌های جو لخت نشان دادند که صفات تعداد پنجه بارور، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله بیشترین اثر مستقیم و مثبت را روی عملکرد دانه داشته و گزینش براساس این صفات جهت بهبود عملکرد دانه موثر خواهد بود. تحت شرایط تنش خشکی عملکرد زیستی (۶/۲۳۱)، تنها عاملی بود که بیشترین اثر مستقیم و مثبت را روی عملکرد دانه نشان داد. این صفت بیشترین اثر غیرمستقیم و منفی را از طریق عملکرد کاه (۵/۷۱-) روی عملکرد دانه داشت. صفات عملکرد کاه (۵/۶۷۶-) وزن هزار دانه (۰/۱۳۵-)، تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی (۰/۰۹۹-) و طول میانگره اول از انتها (۰/۱۲۵-) اثر مستقیم و منفی بر روی عملکرد دانه نشان دادند. صفات مورد بررسی اثرات غیرمستقیم و بالایی را از طریق صفات عملکرد زیستی و عملکرد کاه روی عمکرد دانه نشان دادند (جدول ۱۱). کرمی و همکاران (۱۴) براساس نتایج تجزیه علیت، نشان دادند که در شرایط دیم عملکرد زیستی بیشترین اثر مسقیم و مثبت را روی عملکرد دانه دارد. حسن زاده قورت تپه و همکاران (۱۱) نشان دادند که ارقامی که دارای عملکرد زیستی بالاتری هستند، توانایی باروری تعداد گلچه‌های بیشتری را دارند و در نتیجه این ارقام دارای تعداد دانه در سنبله بیشتری بوده و در نهایت از عملکرد بالاتری نیز برخوردار هستند.

بطور کلی در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ‌های Kavir/Badia و Rihane-O5 به‌عنوان ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی شناسایی شدند و نتایج تجزیه و تحلیل همبستگی‌های ساده، رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه علیت نشان داد که تحت شرایط آبیاری معمولی صفات عملکرد زیستی و تعداد پنجه‌های بارور و تحت شرایط تنش خشکی عملکرد زیستی از مهمترین صفات موثر بر عملکرد دانه بوده و می‌توانند برای بهبود عملکرد دانهٔ جو در برنامه‌های اصلاحی بعنوان مبنایی برای انتخاب مورد توجه قرار گیرند.

جدول ۱۰- تجزیه ضرایب علیت برای عملکرد دانه در ۱۶ ژنوتیپ جو تحت شرایط آبیاری معمولی

Table 10. Path coefficient analysis for grain yield of sixteen barley genotypes under normal conditions

Traits	صفات	ضریب همبستگی (r_p)	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم از طریق ۱	۲	۳
DF	تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی	-۰/۵۱	-۰/۲۸۲	-	-۰/۰۵۳	-۰/۱۷۶
BY	عملکرد زیستی	۰/۵۸	۰/۶۶۱	۰/۰۲۲	-	-۰/۱۰۵
NFT	تعداد پنجه بارور	۰/۳۷	۰/۴۱۷	۰/۱۱۸	-۰/۱۶۶	-
		Residual= 0.564				

DF= Days to 50% flowering; BY= Biological yield; NFT= Number of fertile tiller.

جدول ۱۱- تجزیه ضرایب علیت برای عملکرد دانه در ۱۶ ژنوتیپ جو تحت شرایط تنش خشکی

Table 11. Path coefficient analysis for grain yield of sixteen barley genotypes under drought stress conditions

Traits	صفات	ضریب همبستگی (r_p)	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم از طریق ۱	۲	۳	۴	۵	۶
BY	عملکرد زیستی	۰/۶۳	۶/۲۳۱	-	-۵/۷۱	۰/۰۷۴	۰/۰۱	-۰/۰۲۲	۰/۰۰
SY	عملکرد کاه	۰/۵۱	-۵/۷۶۷	۶/۱۶۸	-	۰/۰۷۶	۰/۰۰۲	۰/۰۲۷	۰/۰۰
1000GW	وزن هزار دانه	-۰/۳۲	-۰/۱۳۵	-۳/۴۲۸	۳/۲۸۷	-	-۰/۰۱۴	-۰/۰۳	-۰/۰۰۲
DM	تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی	-۰/۵۹	-۰/۰۹۹	-۰/۶۸۶	۰/۱۷۳	-۰/۰۱۹	-	۰/۰۳۹	-۰/۰۰۱
LFIN	طول میانگره اول از انتها	۰/۰۲	-۰/۱۲۵	-۱/۱۲۲	۱/۲۶۸	-۰/۰۳۳	۰/۰۳۱	-	-۰/۰۰۲
FLAr	سطح برگ پرچم	۰/-۰۱	۰/۰۰۴	۰/۹۳۴	-۱/۰۳۹	۰/۰۴۴	۰/۰۱۱	۰/۰۳۲	-
			Residual= -0.083						

BY= Biological yield; SY= Straw yield; 1000GW= 1000-grain weight; DM= Days to maturity; LFIN= Length of the first inter node from top; FLAr= Flag leaf area.

منابع

1. Amer, F.B. 1999. Genetic advance in grain yield of durum wheat under low rainfall condition. Rachis, 18: 31-33.
2. Aspinall, D. 1965. The effects of soil moisture stress on the growth of barley I. Vegetative development and grain yield. Australian Journal of Agricultural Research, 15: 729-745.
3. Bhutta, W.M., T. Barley and M. Ibrahim. 2005. Path-coefficient analysis of some quantitative characters in husked barley. Caderno de Pesquisa Ser Biol, 17: 65-70.
4. Dadashi, M.R. 2006. Effect of salinity stress on morphophisiological important agronomic characteristic barley and hull-less barley cultivars. Thesis for degree of Ph.D in Plant Breeding. Islamic Azad University, Research and Science Branch, 90 pp (In Persian).
5. Dadashi, M.R., A.A. Nouri Nia, M. Asgar and Sh. Azizi Chakherchaman. 2010. Evaluation of correlation between yield and some of physiological and morphological traits in nude barley variety. Journal of Crop and Weed Eco-physiology, 15: 29-40.
6. Debaeke, P. and A. Abdellah. 2004. Adaptation of crop management to water-limited environments. European Journal of Agronomy, 21: 433-446.
7. FAO. 2010. Statistical data. www. FAOSTAT. Org.
8. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Proceeding of a symposium, Taiwan, 13-18 August, 257-27 pp.
9. Fisher, R.A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars I. Grain yield responses. Australian Journal of Agricultural Research, 29: 897-912.
10. Fowler, C.W. and D.C. Rasmusson. 1969. Leaf area relationships and inheritance in barley. Crop Sci, 9: 729-731.
11. Hassanzadeh Gorttapeh, A., A. Fathollahzadeh, A. Nasrollahzadeh Asl and N. Akhondi. 2008. Agronomic nitrogen efficiency in different wheat genotypes in west Azerbijan province. Electronic Journal of Crop Production, 1: 82-100.
12. Heydari, B., G. Saeedi and B.A. Seyed Tabatabai. 2007. Factor analysis for quatitative traits and evaluation of path analysis for grain yield in wheat. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 42: 135-143 (in Persian).
13. Hossein Pour, J., M. Kafi and M.J. Mir Hadi. 2008. Effect of drought stress on yield and some of physiological traits in barley. Iranian Journal of Agricultural Science, 39: 165-177.
14. Karami, E., M.R. Ghannadha, M.R. Naghavi and M. Mardi. 2005. An evaluation of drought resistance in barley. Iranian Journal of Agricultural Science, 36: 547-560.
15. Koocheki, A. 1994. Crop production in dry region: Cereals, Legumes, Industrial and forage crops (Translated in Persian). Jihad Daneshghahi Mashhad Press. 202 pp.
16. Najeeb, S. and S.A. Wani. 2004. Correlation and path analysis studies in barley (*Hordeum vulgare* L.). National Journal of Plant Improvement, 6: 124-125.
17. Nazari, L. and H. Pakniyat. 2008. Genetic diversity of wild and cultivated barley genotypes under drought stress using RAPD markers. Biotechnology, 7: 745-750.
18. Nikkhah, H.R., M.H. Saberi and M. Mahlouji. 2010. Study of effective traits on grain yield of two and six row barley genotypes (*Hordeum vulgare* L.) under terminal drought stress conditions. Iranian Journal of Crop Sciences, 12: 170-184 (In Persian).
19. Omara, M.K. 1987. Selection of early maturing barley with improved response to drought stress. Australian Journal of Agricultural Research, 38: 835-845.
20. Siddique, M.R.B., A. Hamid and S. Islam. 1999. Drought stress effect on photosynthetic rate and leaf gas exchange of wheat. Botanical Bulletin- Academia Sinica Taipei, 40: 141-145.
21. Siosemardeh, A., A. Ahmadi, K. Poustini and H. Ebrahimzadeh. 2003. Stomatal and nonstomatal limitations to photosynthesis and their relationship with drought resistance in wheat cultivars. Iranian Journal of Agriculture Science, 34: 93-106.
22. Tomer, S.B. and G.H. Prasad. 1999. Path coefficient analysis in barley. Department of Agricultural Botany, S.D.J. Pos Graduate College Chandesar Azamgarh, 27: 28-61.
23. Vaisi Mal Amiri, V., R. Hagh Parast, M.E. Aghaee Sarbarzeh, A. Farshadfar and R. Rajabi. 2010. Evaluation of drought tolerance in barley genotypes (*Hordeum vulgare* L.) using physiological characteristics and indicators of drought tolerance. Seed and Plant Journal, 26: 43-60.

Evaluation of Yield and Yield Component of Spring Barely Genotypes under Late Season Drought Stress

Ali Soleimani[1], Mostafa Valizadeh[2], Reza Darvishzadeh[3], Saeed Aharizad[4] and Hadi Alipour[5]

1- PhD Student, Faculty of Agriculture, Science and Research Branch, Islamic Azad University
2 and 4- Professor and Associate Professor, Faculty of Agriculture, University of Tabriz
3- Professor, Urmia University
5- Assistant Professor, Urmia University
(Corresponding author: alipourhadi64@gmail.com)
Received: March 12, 2016 Accepted: July 4, 2016

Abstract

In order to evaluation of gain yield and yield components in spring barely genotypes under normal and drought stress in flowering stage and identifying drought tolerant genotypes, sixteen barely genotypes were investigated in two separately Randomized Complete Block Design with three replications in West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, Urmia, Iran in agronomic season at 2011-2012 crop season. Result of analysis of variance showed that there are highly significant differences among genotypes in studied traits which reveal high genetic variation among the genotypes that provide a choice possibility based on studied traits. Based on the results of mean compression under normal and drought stress condition and drought tolerance index (STI), Kavir/Badia and Rihane-O5 genotypes were introduced as tolerant genotypes with high grain yield and local west Azerbaijan, Local-Check, Tekab and Marand genotypes were introduced as drought-sensitive genotypes with low yield. According to the results of simple correlations analysis, stepwise regression and path analysis in normal irrigation conditions, biological yield and number of fertile tiller and in drought stress condition biological yield were the most important of effective traits on grain yield. Since, the biological yield had high positive direct effect on grain yield under normal and drought stress condition, it can be one of the most important and stable traits for grain yield improvement in the breeding programs.

Keywords: Barley, Correlation analysis, Drought stress, Path analysis, Stepwise regression