مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۳، شماره ۱، بهار ۱۳۹٦
صفحات ٤۲-۳۵

ارزیابی تحمل به خشکی در ارقام جو زراعی با استفاده از شاخص های تحمل به خشکی

Investigation of drought stress tolerance in barley varieties using drought tolerance indices

سید محمدصادق حسینی[۱]، خداداد مصطفوی[۲*]، فیاض آقایاری[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۲/۱۶

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی و انتخاب ارقام متحمل به خشکی در جو، ده رقم در دو شرایط عدم تنش و تنش خشکی در کرج مطالعه شدند. آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به‌طور جداگانه پیاده شد. تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین محیط‌های آزمایش از نظر صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، وزن سنبله، وزن هزار دانه، طول بذر، قطر بذر و طول پدانکل تفاوت معنی‌داری وجود دارد. در این تجزیه و تحلیل بین ارقام مورد بررسی از نظر صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، طول سنبله، طول ریشک، طول بذر و طول پدانکل تفاوت معنی‌داری وجود داشت. اثر متقابل رقم و محیط برای صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن سنبله، طول ریشک، قطر بذر و طول پدانکل معنی‌دار بود. در شرایط نرمال بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به ارقام والفجر و استرین به ترتیب برابر با ۳۱۹۹ و ۲۹۷۵/۷ کیلوگرم در هکتار بود. در شرایط تنش خشکی بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به ارقام استرین، گرگان و کویر به ترتیب برابر با ۳۱۷۹/۳، ۲۵۵٤/۳ و ۲۵۵٤/۲ کیلوگرم در هکتار بود. بر اساس شاخص‌های TOL و SSI ارقام ریحان، کویر و گرگان متحمل‌ترین ارقام و ارقام گرگان ٤، والفجر، ماکوئی و زرجو حساس‌ترین ارقام بودند. بر اساس شاخص‌های MP، HARM و GMP ارقام نیمروز، گرگان و استرین ارقام متحملی تشخیص داده شدند. ارقام گرگان ٤، ریحان، والفجر و زرجو نیز بر اساس این شاخص‌ها ارقام حساس به خشکی بودند. بر اساس شاخص STI ارقام نیمروز، گرگان و استرین ارقام متحمل‌تری نسبت به خشکی بودند.

کلمات کلیدی: جو، عملکرد، تنش خشکی.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران.
۲ - دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران.
۳ - استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران.
*- مکاتبه کننده: E- mail: mostafavi@kiau.ac.ir

مقدمه

جو یکی از مهم‌ترین غلات می‌باشد که بعد از گندم بیش‌ترین سطح زیر کشت را در ایران به خود اختصاص داده است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۷). از میان عوامل کاهش دهنده عملکرد جو، تنش خشکی تأثیر منفی زیادی را دارا می‌باشد. جو برای مصرف غذای حیوانات، صنایع مالت سازی، نوشابه‌های الکلی و بدون الکل (ماءالشعیر) و نیز در تغذیه انسان بکار می‌رود. در کشور ما مصرف عمده جو برای تغذیه دام و به مقدار کم برای تولید ماءالشعیر بوده و در بسیاری از کشورهای غربی مصرف عمده جو برای صنایع مالت و نوشابه‌های الکلی می‌باشد. از مصرف جو در تغذیه انسان روز به روز کاسته شده و بر مصرف آن به صورت خوراک دام و صنایع مالت اضافه شده است. در حال حاضر در ایران جو نیمکوب و پوست کنده برای مصرف سوپ بیش از نان جو مورد مصرف دارد (یدوی، ۱۳۷۸).

جو به‌عنوان دومین گیاه زراعی کشور در سطحی معادل ۱/۵ میلیون هکتار در کشور کاشته می‌شود که ۶۰ درصد آن به زراعت دیم اختصاص دارد (تجلی،۱۳۹۰).

تنش خشکی سبب کاهش ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، تعداد پنجه بارور، تعداد سنبلچه در خوشه و وزن هزار دانه می‌شود که تأثیر آن بستگی به زمان بروز تنش (مرحله نمو گیاه) دوام و شدت تنش دارد (سرمدنیا، ۱۳۷۲).

از راه‌های افزایش عملکرد جو، کاهش تأثیرات منفی تنش‌های محیطی مخصوصاً تنش خشکی از طریق اصلاح ارقام مقاوم به خشکی است. به همین دلیل برای دستیابی به عملکرد بالا علاوه بر استفاده از روش‌های نوین به زراعی، باید مسأله به‌نژادی یعنی یافتن ارقام متحمل به خشکی مورد توجه قرار گیرد. این امر برنامه گزینش ژنوتیپ‌های متحمل را هدفمند می‌نماید و این موضوع افزایش تولید در واحد سطح را به همراه خواهد داشت (پور صالح، ۱۳۷۴).

در دهه اخیر در زمینه تنش‌های گیاهی حاصل از خشکی مطالعات زیادی صورت گرفته است. به‌کارگیری نتایج حاصل در برنامه‌های کلاسیک اصلاح نباتات با مشکلاتی روبرو بوده است. علت این امر عمدتاً وجود اثر متقابل شدید بین ژنوتیپ و محیط ذکر شده که ارتباط صفات با هم و با عملکرد دانه را شدیداً دچار تغییر و تحول می‌نماید (Schneiter *et al.*, 1992).

دولت پناه و همکاران (۱۳۹۲)، ۱۲ ژنوتیپ جو را در دو شرایط تنش آبیاری تکمیلی ارزیابی کردند. نتایج حاصل نشان داد که در شرایط تنش، بین ژنتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار از نظر عملکرد دانه وجود نداشت، ولی تحت شرایط آبیاری، اختلاف ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد دانه بسیار معنی‌دار بود. نتیجه تجزیه مرکب در دو شرایط کشت نشان داد که اثر محیط در مورد صفات وزن هزار دانه، وزن دانه در سنبله و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی بین محیط‌ها اختلاف معنی‌دار وجود داشت. اثر متقابل بین کلیه صفات به غیر از صفت تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی معنی‌دار بود.

کرمی و همکاران (۱۳۸۴)، به‌منظور ارزیابی مقاومت به خشکی، ۲۶ ژنوتیپ جو را تحت شرایط فاریاب و دیم مورد بررسی قرار دادند، شاخص‌های تحمل به خشکی، از قبیل: میانگین بهره‌وری (MP)، شاخص تحمل (TOL)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص تحمل به تنش (STI) بر مبنای عملکرد دانه تک بوته در شرایط آبی (Yp) و دیم (Ys)، محاسبه شدند. اختلاف بسیار معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه شاخص‌ها و عملکردهای آبی و دیم وجود داشت که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی در بین ژنوتیپ‌ها است و انتخاب برای تحمل به خشکی و دورگ‌گیری برای مطالعات ژنتیکی و برنامه‌های اصلاحی را امکان پذیر می‌سازد. در شرایط آبی و دیم، بیش‌ترین عملکرد و نیز بیشترین MP، GMP و STI متعلق به ژنوتیپ‌های رادیکال، Badia و سینا بود. تحلیل همبستگی بین عملکرد دانه در تک بوته در شرایط آبی و دیم وشاخص‌های تحمل به خشکی نشان داد که MP، GMP و STI مناسب‌ترین شاخص‌ها برای غربال کردن ژنوتیپ‌های جو

می‌باشند. با توجه به این شاخص‌ها و عملکرد بالا در دو محیط آبی و دیم، بهترین ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی، ژنوتیپ‌های رادیکال، Badia، سینا، کویر و Terean78 تشخیص داده شدند. نمودار چند متغیره بای‌پلات گابریل نیز، نشان داد که ژنوتیپ‌های رادیکال، Badia، سینا، کویر و Terean78 در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های تحمل به خشکی، یعنیMP، GMP و STI قرار دارند. ضمناً، از بین این پنج ژنوتیپ، سه ژنوتیپ کویر، رادیکال و سینا به دلیل عملکرد بالای آن‌ها در شرایط دیم، به‌عنوان بهترین ژنوتیپ‌ها معرفی شدند. همچنین توزیع ژنوتیپ‌ها در فضای بای‌پلات گابریل، وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها نسبت به تنش خشکی را نشان داد. تجزیه کلاستر، ژنوتیپ‌ها را در هر دو شرایط در سه کلاستر جداگانه قرار داد که ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در هر دو شرایط در کلاس‌های جداگانه قرار گرفتند.

این مطالعه با هدف ارزیابی پاسخ ارقام جو به تنش خشکی با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی و مقایسه ارقام مختلف جو از نظر عملکرد و سایر صفات در دو شرایط تنش خشکی و بدون تنش و تعیین بهترین ارقام از نظر تحمل به تنش خشکی بود.

مواد و روش‌ها

در آبان‌ماه سال ۱۳۹۳ بعد از عملیات تهیه زمین تعداد ۱۰ رقم جو در دو آزمایش نرمال و تنش خشکی به‌منظور مطالعه تحمل به خشکی کشت شدند. ارقام مورد بررسی عبارت بودند از: والفجر، نصرت، ماکوئی، کویر، گرگان۴، زرجو، نیمروز، ریحان، گرگان و استرین.

طرح مورد استفاده بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار بود، هر تکرار شامل ۱۰ کرت، هر کرت شامل سه ردیف به طول ۱ متر بود. فاصله ردیف‌ها از هم نیز ۳۰ سانتی‌متر بود. عملیات داشت شامل کنترل علف‌های هرز، آبیاری و... به‌طور کامل انجام شد. آبیاری مزارع هر ۸ روز یکبار برای هر کدام از آزمایش‌ها تا زمان گل‌دهی به‌طور دقیق انجام شد. به‌منظور ایجاد تنش خشکی در آزمایش تحت تنش خشکی که، آبیاری بعد از مرحله گل‌دهی قطع گردید. در زمان رسیدن محصول، هر کرت به‌طور جداگانه برداشت شد. اندازه‌گیری‌ها بر اساس صفاتی که هدف آزمایش بود، صورت گرفت.

در این آزمایش صفاتی چون عملکرد دانه در متر مربع، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن سنبله، طول ریشک، طول پدانکل، قطر ساقه، طول بذر، قطر بذر، وزن ۱۰۰۰ دانه، روز تا سنبله دهی و روز تا رسیدن فیزیولوژیک مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات مورد بررسی با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی (Fernandez, 1992) بررسی و تفاوت ارقام مشخص شد. از نرم‌افزارهای Excel و SAS برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

در شرایط نرمال میانگین مربعات تیمار مربوط به عملکرد دانه، ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن سنبله، وزن هزار دانه، قطر بذر و طول پدانکل معنی‌دار بود. این موضوع نشان می‌دهد که بین ارقام مورد بررسی از نظر این صفات تنوع قابل توجهی وجود دارد. بیش‌ترین و کم‌ترین ضریب تغییرات مربوط به وزن سنبله و طول بذر و به ترتیب برابر با ۲۲/۳۵ و ۶/۴۳ درصد بود.

در شرایط تنش خشکی اثر تیمار برای صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، طول سنبله، طول ریشک و طول پدانکل معنی‌دار و برای سایر صفات غیر معنی‌دار بود. بیش‌ترین ضریب تغییرات مربوط به صفات وزن سنبله و عملکرد دانه به ترتیب برابر با ۲۴/۶۸ و ۲۳/۷۷ درصد بود. کم‌ترین ضریب تغییرات نیز مربوط به طول بذر و برابر با ۵/۷۵ درصد بود.

برای داده‌های مربوط به دو محیط آبیاری نرمال و تنش خشکی تجزیه واریانس مرکب انجام شد. بین محیط‌های آزمایش از نظر صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، وزن سنبله، وزن هزار دانه، طول بذر، قطر بذر و طول پدانکل تفاوت معنی‌داری وجود داشت. در این آنالیز بین ارقام مورد بررسی

از نظر صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، طول سنبله، طول ریشک، طول بذر و طول پدانکل تفاوت معنی‌داری وجود داشت. اثر متقابل رقم و محیط برای صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن سنبله، طول ریشک، قطر بذر و طول پدانکل معنی‌دار بود. این موضوع نشان می‌دهد که ارقام مختلف در محیط‌های مختلف واکنش مختلفی داشته‌اند. بیش‌ترین و کم‌ترین ضریب تغییرات مربوط به وزن سنبله و طول بذر به ترتیب برابر با ۲۳/۴۸ و ۶/۱۲ درصد بود.

مقایسه میانگین ارقام برای صفاتی که در تجزیه واریانس تفاوت معنی‌دار نشان دادند با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. در شرایط نرمال بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به ارقام والفجر و استرین به ترتیب برابر با ۳۱۹۹ و ۲۹۷۵/۷ کیلوگرم در هکتار بود. بیش‌ترین ارتفاع بوته مربوط به ارقام ریحان و والفجر به ترتیب برابر با ۱۰۶/۷۹ و ۱۰۳/۰۵ سانتی‌متر بود. کم‌ترین ارتفاع بوته نیز مربوط به ارقام گرگان و زرجو به ترتیب برابر با ۸۲/۳۰ و ۷۷/۴۷ سانتی‌متر بود. بیش‌ترین طول سنبله مربوط به ارقام ماکوئی و زرجو به ترتیب برابر با ۷/۴۸ و ۷/۲۵ سانتی‌متر بود. بیش‌ترین وزن سنبله مربوط به ارقام نیمروز و ریحان به ترتیب برابر با ۳/۰۸ و ۳/۰۴ گرم بود. بیش‌ترین وزن هزار دانه مربوط به ارقام گرگان ۴ و ریحان به ترتیب برابر با ۶۳/۱۹ و ۶۲/۱۴ گرم بود. بیش‌ترین قطر بذر مربوط به ارقام ماکوئی و ریحان به ترتیب برابر با ۳/۸۵ و ۳/۶۳ میلی‌متر بود. بیش‌ترین طول پدانکل مربوط به ارقام والفجر و ماکوئی به ترتیب برابر با ۳۱/۱۰ و ۳۰/۲۲ سانتی‌متر بود (جدول ۱).

در شرایط تنش خشکی بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به ارقام استرین، گرگان و کویر به ترتیب برابر با ۳۱۷۹/۳، ۲۵۵۴/۳ و ۲۵۵۴/۲ کیلوگرم در هکتار بود. بیش‌ترین ارتفاع بوته مربوط به ارقام والفجر و ماکوئی به ترتیب برابر با ۱۰۱/۸۲ و ۹۱/۳۲ سانتی‌متر بود. کم‌ترین ارتفاع بوته مربوط به ارقام استرین و گرگان ۴ به ترتیب برابر با ۷۱/۷۶ و ۷۳/۸۶ سانتی‌متر بود. بیش‌ترین طول سنبله مربوط به ارقام گرگان ۴، ماکوئی، والفجر و نیمروز و به ترتیب برابر با ۶/۹۸، ۷/۳۹، ۷/۱۸ و ۷/۱۰ سانتی‌متر بود. بیش‌ترین طول ریشک مربوط به ارقام ماکوئی و استرین به ترتیب برابر با ۱۲/۸۱ و ۱۲/۷۲ سانتی‌متر بود. بیش‌ترین طول پدانکل مربوط به ارقام نصرت و کویر به ترتیب برابر با ۲۶/۸۱ و ۲۶/۵۱ سانتی‌متر بود (جدول ۱).

در خصوص عملکرد دانه بیش‌ترین میزان عملکرد مربوط به رقم والفجر در شرایط نرمال و استرین در شرایط تنش خشکی به ترتیب برابر با ۳۱۹۹/۱۲ و ۳۱۷۹/۳ کیلوگرم مشاهده شد. بیش‌ترین ارتفاع بوته مربوط به ارقام ریحان و والفجر هر دو در شرایط نرمال مشاهده شد. میانگین ارتفاع بوته این ارقام در محیط نرمال به ترتیب برابر با ۱۰۶/۷۹ و ۱۰۳/۰۵ سانتی‌متر بود. بیش‌ترین طول سنبله مربوط به رقم ماکوئی در شرایط نرمال و تنش به ترتیب برابر با ۷/۴۹ و ۷/۳۹ سانتی‌متر بود. بیش‌ترین وزن سنبله مربوط به ارقام نیمروز و ریحان در شرایط نرمال به ترتیب برابر با ۳/۰۸ و ۳/۰۴ گرم بود. بیش‌ترین طول ریشک مربوط به رقم ماکوئی در شرایط تنش، رقم زرجو در شرایط نرمال، رقم استرین در شرایط نرمال، رقم استرین در شرایط تنش، رقم گرگان ۴ در شرایط نرمال و رقم گرگان در شرایط نرمال به ترتیب برابر با ۱۲/۸۱، ۱۲/۷۹، ۱۲/۷۳، ۱۲/۷۲، ۱۲/۴۸ و ۱۲/۴۸ سانتی‌متر بود. بیش‌ترین قطر بذر مربوط به رقم ماکوئی در شرایط نرمال و ریحان در شرایط نرمال به ترتیب برابر با ۳/۸۵ و ۳/۶۳ میلی‌متر بود. بیش‌ترین طول پدانکل برای رقم والفجر در شرایط نرمال و ماکوئی در شرایط نرمال به ترتیب برابر با ۳۱/۱۰ و ۳۰/۲۲ سانتی‌متر بود (جدول ۱).

جدول ۱- جدول مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و محیط در جو به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد

Table 1- Mean comparison for varieties and environment reciprocal effects base Duncan in 5 percent probability level

ردیف Row	نام رقم Variety	محیط Environment	عملکرد دانه Kernel yield	ارتفاع بوته Plant height	طول سنبله Spike length	وزن سنبله Spike weight	طول ریشک Awn length	قطر بذر Kernel diameter	طول پدانکل Peduncle length
1	گرگان ٤	نرمال (Normal)	2462.0abcd	86.92cd	6.90a-d	2.59a-c	12.48a	3.61ab	26.58ab
2		تنش (Stress)	1810.0cd	73.86de	6.98abc	1.06g	11.13a-c	3.34ab	24.92ab
3	ریحان	نرمال (Normal)	1604.4cd	106.79a	7.02abc	3.04ab	10.46a-c	3.63ab	22.62b
4		تنش (Stress)	1771.0cd	74.31de	4.23i	1.33fg	9.69bc	3.24ab	22.59b
5	کویر	نرمال (Normal)	2395.3abcd	85.60cde	6.32a-f	1.74c-g	11.13a-c	3.52ab	26.42ab
6		تنش (Stress)	2554.3abc	79.31cde	5.50e-i	2.10c-f	11.06a-c	3.17b	26.51ab
7	نصرت	نرمال (Normal)	2525.2abcd	87.86cd	6.40a-f	2.41a-e	10.60a-c	3.56ab	24.82ab
8		تنش (Stress)	2311.7abcd	82.31cde	5.66c-h	1.66d-g	11.30a-c	3.41ab	26.81ab
9	نیمروز	نرمال (Normal)	2041.3bcd	87.17cd	5.95b-g	3.08a	11.73a-c	3.13bc	26.54ab
10		تنش (Stress)	2538.3abcd	74.15de	7.10ab	1.50e-g	10.37a-c	3.34ab	15.72c
11	والفجر	نرمال (Normal)	3199.12a	103.05ab	5.16f-i	2.50a-d	11.80ab	3.11bc	31.10a
12		تنش (Stress)	1515.2d	101.82ab	7.18ab	2.16b-f	10.70a-c	3.25ab	22.78b
13	ماکوئی	نرمال (Normal)	2475.0abcd	88.03cd	7.49a	1.63d-g	10.88a-c	3.85a	30.22a
14		تنش (Stress)	2027.3bcd	91.32bc	7.39a	2.03c-f	12.81a	2.58c	24.37ab
15	زرجو	نرمال (Normal)	1983.3bcd	77.47cde	7.25ab	1.90c-g	12.79a	3.32ab	20.91bc
16		تنش (Stress)	1614.0cd	81.00cde	6.81a-e	1.50e-g	9.09c	3.01bc	20.54bc
17	گرگان	نرمال (Normal)	2580.23abc	82.30cde	4.51hi	2.34a-e	12.48a	3.35ab	24.61ab
18		تنش (Stress)	2554.3abc	79.56cde	6.23a-g	1.63d-g	11.79ab	3.62ab	21.76bc
19	استرین	نرمال (Normal)	2975.7ab	83.83cde	4.96g-i	2.32a-e	12.73a	3.51ab	26.36ab
20		تنش (Stress)	3179.3a	71.76e	5.60d-g	1.93c-g	12.72a	3.24ab	21.21bc

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means which have at least one common letter in each column are not significantly different at the 5% level using Duncan method.

در این تحقیق شش شاخص مختلف که جهت تعیین تحمل ارقام استفاده می‌شوند برای عملکرد دانه محاسبه گردید (جدول ۲). شاخص TOL یا شاخص تحمل بیانگر تفاوت بین عملکرد در دو شرایط بوده و هر چه مقدار آن کم‌تر باشد تحمل رقم بیش‌تر خواهد بود. مقادیر پائین شاخص SSI یا شاخص حساسیت به تنش نیز دلالت بر تحمل بیش‌تر رقم دارد. نتایج این دو شاخص مشابه بود. بر این اساس ارقام ریحان، کویر و گرگان متحمل‌ترین ارقام و ارقام گرگان ۴، والفجر، ماکوئی و زرجو حساس‌ترین ارقام بودند.

از نظر شاخص‌های MP (شاخص بهره وری متوسط)، HARM (شاخص میانگین هارمونیک) و GMP (شاخص بهره‌وری متوسط ژئومتریک) هر چه یک رقم عدد بزگ‌تری داشته باشد آن رقم مطلوب‌تر است. بر این اساس ارقام نیمروز، گرگان و استرین ارقام متحملی تشخیص داده شدند. ارقام

گرگان ۴، ریحان، والفجر و زرجو نیز بر اساس این شاخص‌ها ارقام حساس به خشکی بودند.

شاخص محاسبه شده بعدی STI یا شاخص تحمل به تنش فرناندز بود. مقدار زیادتر بودند این شاخص دلالت بر تحمل رقم دارد. بر این اساس ارقام نیمروز، گرگان و استرین ارقام متحمل‌تری نسبت به خشکی بودند (جدول ۲).

به‌طور کلی شاخص‌هایی که در هر شرایط تنش و بدون تنش دارای همبستگی بالایی با عملکرد باشند به‌عنوان بهترین شاخص‌ها معرفی می‌گردند چرا که این شاخص‌ها قادر به جدا کردن و شناسایی ارقام با عملکرد بالا در هر دو محیط می‌باشند (Fernandes, 1992).

شاخص SSI همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد تحت شرایط عدم تنش داشته و با عملکرد تحت شرایط تنش همبستگی معنی‌داری نشان نداد، بنابراین شاخص مذکور نمی‌تواند در شناسایی ارقام مقاوم به خشکی نقش داشته باشد.

نتایج بدست آمده در رابطه با تعیین مناسب‌ترین شاخص‌های متحمل به خشکی با یافته‌های نورمند مؤید (۱۳۷۶) مطابقت دارد. صابری و همکاران در مطالعه‌ای بر اساس همبستگی صفات در شرایط نرمال و تنش خشکی در جو نشان دادند که خصوصیاتی از قبیل شاخص برداشت، ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول ریشک، و وزن هزاردانه را می‌توان به‌عنوان شاخص‌هایی برای انتخاب ارقام با عملکرد بالا در شرایط تنش و عدم تنش استفاده نمود (صابری و همکاران، ۱۳۹۵).

جدول ۲- مقادیر شاخص‌های تحمل به خشکی برای ارقام جو مورد بررسی برای عملکرد دانه

Table 2- Drought tolerant indices for barley varieties for kernel yield

ردیف Row	رقم Variety	عملکرد نرمال Yp	عملکرد استرس Ys	شاخص تحمل TOL	میانگین حسابی MP	میانگین هارمونیک Harm	میانگین هندسی GMP	شاخص حساسیت به خشکی SSI	شاخص تحمل به خشکی STI
1	گرگان ۴	2462	1810	652.00	2136.00	2086.25	2110.98	0.35	124363.58
2	ریحان	1604.7	1587.34	17.36	1596.02	1595.97	1596.00	0.01	71087.03
3	کویر	2395.3	2312.45	82.85	2353.88	2353.15	2353.51	0.05	154581.97
4	نصرت	2525	2311.7	213.30	2418.35	2413.65	2416.00	0.11	162899.38
5	نیمروز	2653	2538.3	114.70	2595.65	2594.38	2595.02	0.06	187934.61
6	والفجر	3199	1515	1684.00	2357.00	2056.21	2201.47	0.70	135255.04
7	ماکوئی	2475	2027.3	447.70	2251.15	2228.89	2239.99	0.24	140029.58
8	زرجو	1983.3	1614	369.30	1798.65	1779.69	1789.15	0.25	89334.36
9	گرگان	2580	2554.3	25.70	2567.15	2567.09	2567.12	0.01	183915.44
10	استرین	2975.7	2847	128.70	2911.35	2909.93	2910.64	0.06	236430.33

فهرست منابع References

پور صالح، م. ۱۳۷٤. غلات (گندم، جو، برنج، ذرت). انتشارات صفار. ۱۴۴ صفحه.

تجلی، ح. ۱۳۹۰. ارزیابی مقاومت به خشکی در ژنوتیپ‌های امید بخش جو با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی. مجله پژوهش‌های به‌زراعی، جلد۳، (شماره ۴ : ۳۴۹-۳۴۰).

دولت‌پناه، ت.، م. روستائی، ف. آهک‌پز و ن. محبعلی پور. ۱۳۹۲. تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای آن در ژنوتیپ‌های بینابین و زمستانه جو در منطقه مراغه. مجله به نژادی نهال و بذر. جلد ۱- ۲۹، شماره ۲: ۲۷۵ – ۲۵۷.

سرمدنیا، غ. ۱۳۷۲. اهمیت تنشهای محیطی در زراعت. اولین کنگره، زراعت و اصلاح نباتات. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. کرج.۱۲-۱۱.

صابری، ا.، خ. مصطفوی و ا. مهربان. ۱۳۹۵. اثر تنش خشکی بر برخی از صفات مورفولوژیک در ارقام مختلف جو. مجله زراعت و اصلاح نباتات. ۱۲ (۴): ۱۰۳ - ۹۱

کرمی، ع.، م. ر. قنادها، م. ر. نقوی و م. مردی. ۱۳۸٤. ارزیابی مقاومت به خشکی در جو. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۶، شماره ۳: ۵۶۰- ۵۴۷

نور محمدی، ق. ع. سیادت و ع. کاشانی. ۱۳۷۷. زراعت غلات جلد اول. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ۴۵۰ صفحه.

نورمند موید، ف. و م. ع. رستمی و م. ر. قنادها. ۱۳۷۷. تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی در گندم نان. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج مؤسسه تحقیقات اصلاح و نهال و بذر ص ۲۴۲-۲۴۳

یدوی، ع. ۱۳۷۸. بررسی شاخص های فیزیولوژیکی موثر جهت ارزیابی مقاومت به خشکی در ارقام مختلف جو. پایان نامه کارشناسی ارشد. صفحه ۸۶-۱۹۵.

Fernandez. G. C. J. 1992. Effective Selection Criterion for Assessing Plant Stress Tolerance. PP. 257- 270. In Procedings of the International Symposiumon Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress. Taiwan. 13- 16 Aug.

Schneiter, A. A,. B. L. Johnson., and T. L. Henderson. 1992. Rooting depth and water use of different sunflower phenotypes. In proceeding of 13th International sunflower Conference, Pisa, Italy.

Investigation of drought stress tolerance in barley varieties using drought tolerance indices

S. M. S. Hoseini[1], K. Mostafavi[2*], F. Aghayari[3]

Received date: 18 Sep 2016
Accepted date: 6 May 2017

Abstract

In order to investigation of drought stress effect and selection of drought tolerant barley varieties, ten cultivars studied in normal and drought stress condition in Karaj. These varieties studied in two separate experiment in normal and stress condition base Randomized Complete Block design with three replications. Combine Analysis of variance showed that the test environments for grain yield, plant height, spike weight, grain weight, seed length, seed diameter and peduncle length were significant. In this analysis, between cultivars for grain yield, plant height, spike length, awn length, seed length and peduncle length was statistically significant. Interaction of genotype and environment for grain yield, plant height, spike, spike, awn length, kernel diameter and peduncle length were significant. Under normal conditions the maximum yield obtained for Valfajr and Strain as 3199 and 2975.7 kg per hectare respectively. The highest grain yield under drought stress obtained for Strain, Gorgan and Kavir varieties as 3179.3, 2554.2 and 2554.2 kg per hectare respectively. Base TOL and SSI indices, Reyhan, Kavir and Gorgan cultivars were the tolerant and Gorgan 4, Valfajr, Makuei and Zarjou varieties were the most sensitive cultivars. Base MP, GMP and HARM, the Nimrooz, Gorgan and Strain were detected as tolerant cultivars. Gorgan 4, Reyhan, Valfajr and Zarjou based on these indices were susceptible to drought stress. Base STI index, Nimrooz, Gorgan and Strain varieties were tolerant to drought.

Keywords: Barley, Kernel yield, Drought stress.

1- Graduated student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
2- Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
3- Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
*- Corresponding author: mostafavi@kiau.ac.ir.