نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد هفتم، شماره ۱(۲۵)، ۱۳۹۲، صفحه ۱۰۴-۹۱

ارزیابی ۲۰ ژنوتیپ جو در شرایط خشکی انتهای فصل

حمید تجلی[۱]، سیدغلامرضا موسوی[۲]، رضا برادران[۲]، محمدحسین صابری[۳] و الیاس آرزمجو[۴]

چکیده

به‌منظور ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های امیدبخش جو به تنش خشکی انتهای فصل، تعداد ۲۰ ژنوتیپ جو در دو محیط تنش‌دار و بدون تنش، طی یک آزمایش مزرعه‌ای در مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان جنوبی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار در سال زراعی ۸۷-۸۶ مورد مقایسه قرار گرفتند. عوامل آزمایش شامل تنش خشکی در دو سطح شامل شاهد (آبیاری کامل) و قطع آبیاری در مرحله ۵۰ درصد ظهور سنبله، و ۲۰ ژنوتیپ امیدبخش جو بودند. قطع آبیاری باعث کاهش عملکرد دانه به میزان ۱۴/۶۴ درصد و عملکرد بیولوژیک به میزان ۸/۱۲ درصد در مقایسه با تیمار آبیاری کامل گردید. صفات طول پدانکل، ارتفاع بوته و مساحت برگ پرچم به ترتیب به میزان ۱۲/۴، ۷/۶۵ و ۲۴ درصد نسبت به آبیاری کامل کاهش پیدا کرد. همچنین، تنش خشکی منجر به افزایش شاخص کلروفیل، تراوایی غشای سلول و کاهش محتوی نسبی آب برگ پرچم گردید. بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌داری از لحاظ عملکرد بیولوژیک مشاهده نشد ولی ژنوتیپ ۱۸ از لحاظ عملکرد دانه، بیشترین (۵۹۹۷/۲ کیلوگرم در هکتار) و ژنوتیپ ۱۶ کمترین عملکرد دانه (۳۴۲۰/۸ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص دادند. ژنوتیپ‌های ۵ و ۱۳ دارای بیشترین میزان کلروفیل و ژنوتیپ ۸ نیز بیشترین مقدار محتوای نسبی آب برگ (۸۰/۷ درصد) را داشتند. بر اساس نتایج این آزمایش، ژنوتیپ‌های ۱۸ و ۲۰ در هر دو شرایط آبیاری و تنش خشکی عملکرد مطلوبی داشتند.

واژگان کلیدی: تراوایی غشای سلولی، شاخص کلروفیل، قطع آبیاری، محتوای نسبی آب برگ.

۱- محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی (نگارنده‌ی مسئول) hamidtajali@yahoo.com
۲- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند
۳- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی
۴- کارشناس ارشد زراعت مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۲۶
تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۸

مقدمه

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید غلات در مناطق خشک و نیمه خشک ایران می‌باشد (Akbari Moghaddam *et al*., 2002; Ahmadi *et al*., 2009). با افزایش جمعیت، نیاز به استفاده از آب بیشتر می‌شود و لذا منابع آب به طور فزاینده‌ای مورد تهدید قرار می‌گیرند. از آنجا که بخش کشاورزی عمده‌ترین مصرف کننده آب به شمار می‌آید، هر گونه صرفه‌جویی در این بخش کمک موثری به صرفه‌جویی در منابع آب تلقی می‌شود. یکی از دلایل کاهش عمده راندمان تولید محصول در ایران، بروز تنش‌های رطوبتی گوناگون در طی مراحل مختلف رشد، هم در شرایط زراعت دیم و هم در کشت‌های آبی بهاره، می‌باشد. انتخاب و جداکردن ژنوتیپ‌های متحمل به تنش به دو روش مستقیم (سنجش عملکرد) و غیر مستقیم (بر اساس صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک) که با تحمل تنش همبستگی دارند، انجام می‌شود (Singh, 2000). منابع موجود در مورد اصلاح ارقام برای سازش به خشکی نشان می‌دهد که کارآمدترین روش، اِعمال گزینش همزمان بر اساس چندین صفت است که همه آنها بر عملکرد گیاه زراعی در شرایط تنش تأثیر می‌گذارند (Vijendra Das, 2000). تنش خشکی از مرحله گرده‌افشانی تا رسیدگی، از طریق تسریع پیری برگ‌ها، کاهش طول دوره رشد و کاهش سرعت پر شدن دانه، سبب کاهش میانگین وزن دانه و در نهایت کاهش عملکرد دانه می‌شود (Royo *et al*., 2000). فیشر (Fischer, 2007) نشان داد که اگر تنش خشکی در مرحله گرده افشانی یا کمی قبل از آن اتفاق افتد، تعداد دانه در سنبله و در نهایت عملکرد گندم کاهش می‌یابد. اکبری‌مقدم و همکاران (Akbari Moghaddam *et al*., 2002) نشان دادند که قطع آبیاری در مرحله ظهور سنبله گندم، عملکرد دانه و زیست توده را به ترتیب ۳۶ و ۲۰ درصد کاهش داد. به‌طورکلی، اثر تنش بلافاصله قبل از آبستنی باعث کاهش تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله می‌شود. تنش کمبود آب بعد از آن در گندم و جو روی اندازه دانه موثر می‌باشد و حذف آبیاری در این دوره موجب کاهش وزن هزار دانه و عملکرد دانه در هکتار می‌شود (Nikolaeva *et al*., 2010). جو بیشترین حساسیت را به تنش خشکی در طول دوره ساقه‌دهی، آبستنی و ظهور سنبله دارد. چنانچه وقوع تنش خشکی قبل و در طول دوره سنبله‌دهی رخ دهد موجب بیشترین کاهش عملکرد می‌شود و نشان می‌دهد که زمان‌های گلدهی و گرده‌افشانی، حساس‌ترین دوره رشد و نمو جو به خشکی می‌باشند (Bouder, 2002).

مارتین و همکاران (Martin *et al*., 1993) با استفاده از لایسیمتر، ژنوتیپ‌های گندم را در حالت آبیاری کامل و تیمار خشکی، مورد آزمایش قرار دادند؛ تیمار تنش آنها، قطع آبیاری در مرحله آبستنی (تورم سنبله) بود و بر اساس نمونه‌برداری‌هایی که از برگ پرچم در طی ۱۰ و ۱۶ روز پس از قطع آبیاری انجام دادند، آنها مشاهده کردند که محتوی نسبی آب برگ پرچم ژنوتیپ‌ها در اثر اِعمال تنش، به ترتیب به ۸۵ و ۸۰ درصد رسید و این نمایانگر کاهش پتاسیل آب برگ در طی دوران قطع آبیاری بوده است. خزاعی و کافی (Khazaei and Kafi, 2002) نیز اعلام کردند که ارقام مختلف گندم در اثر اعمال تنش رطوبتی در دو شرایط گلخانه و مزرعه، تفاوت معنی‌داری در خصوص RWC دارند ولی ارقام مقاوم به خشکی برتری قابل توجهی را در این ارتباط از خود نشان ندادند.

بررسی پایداری غشای سلولی در شرایط آزمایشگاهی به عنوان شیوه دیگری جهت ارزیابی میزان مقاومت ارقام به تنش خشکی معمولاً کاربرد

دارد (Gavutzzi *et al*., 1997). حفاظت غشای سلولی در شرایط تنش کم آبی یک راه‌کار مهم در توسعه مقاومت به خشکی در گیاهان است (Vasquez-tello, 1990). تعیین پایداری غشای سلولی به عنوان یک روش سریع، ارزان و ساده برای ارزیابی پایداری غشای سلولی در بسیاری از گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Kocheva *et al*., 2004). سینگ و همکاران (Sing *et al*., 1992) در آزمایشی رابطه بین پایداری غشای سلولی با مقاومت به خشکی در شش ژنوتیپ گندم در ۲۵، ۵۰ و ۷۵ روز بعد از کاشت را مورد بررسی قرار دادند؛ در این آزمایش تفاوت‌های معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها و مراحل اندازه گیری به لحاظ خسارت به غشای سلولی مشاهده شد. در ۲۵ روز بعد از کاشت، تفاوت ژنوتیپی به لحاظ خسارت به غشای سلولی در مقایسه با مراحل بعدی اندازه‌گیری، بیشتر و از ۱۹ تا ۵۶ درصد متغیر بود.

دوام فتوسنتز و حفظ کلروفیل برگ تحت شرایط تنش نیز از جمله شاخص‌های فیزیولوژیکی مقاومت به تنش است (Pessarakli, 1999). غلظت کلروفیل به عنوان یک شاخص برای ارزیابی قدرت منبع شناخته می‌شود، زیرا غلظت کلروفیل برگ‌ها یکی از عوامل کلیدی در تعیین سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک می‌باشد (Ghosh *et al*., 2004)، لذا کاهش آن در شرایط تنش خشکی می‌تواند به عنوان یک عامل محدود کننده غیرروزنه‌ای در فتوسنتز به حساب آید (Hashem *et al*., 1998). گزارش‌های مختلفی در رابطه با افزایش غلظت کلروفیل (Barraclough and Kate, 2001) یا کاهش آن (Kafi and Rostami, 2007) در شرایط تنش رطوبتی وجود دارد. در گندم زمستانه دیده شده است که با بروز تنش خشکی، قرائت SPAD افزایش می‌یابد که احتمالاً به علت کاهش کمتر سطح برگ در مقایسه با تولید کلروفیل می‌باشد (Barraclough and Kate, 2001). کافی و رستمی (Kafi and Rostami, 2007) نیز گزارش کردند در شرایط تنش ملایم خشکی، مقدار کلروفیل افزایش می‌یابد در حالی که با افزایش شدت تنش، از شدت رنگ سبز برگ‌ها کاسته و مقدار کلروفیل نیز کاهش می‌یابد.

با توجه به این که ارقام جو در مناطق نیمه خشک در مراحل انتهایی رشد خود با تنش خشکی مواجه می‌شوند و نظر به اهمیت تعیین بهترین ژنوتیپ‌ها برای این مناطق، این تحقیق با هدف بررسی اثر خشکی در مراحل انتهایی رشد بر خصوصیات کمی و کیفی ۲۰ ژنوتیپ جو انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۶ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی بیرجند واقع در ۲۰ کیلومتری جاده بیرجند- خوسف انجام شد. در این آزمایش تعداد ۱۹ ژنوتیپ پیشرفته جو به همراه شاهد (جو نصرت) به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفت (وضعیت آب و هوایی منطقه در سال اجرای آزمایش و همچنین اسامی ژنوتیپ‌های آزمایش به ترتیب در جداول شماره ۱ و ۲ نشان داده شده است). تیمارهای آبیاری در دو سطح شامل شاهد (آبیاری کامل) و قطع آبیاری در مرحله ۵۰ درصد ظهور سنبله (تنش خشکی) و ژنوتیپ‌های جو شامل ۲۰ ژنوتیپ پیشرفته در نظر گرفته شدند. هر لاین در هر کرت و در ۶ ردیف به فاصله ۲۰ سانتی‌متر به طول ۶ متر و مساحت کاشت کرت ۷/۲ متر مربع کاشته شدند. در شرایط مطلوب رطوبتی بر اساس نیاز گیاه در مراحل مختلف نمو هر ۱۲ روز، آبیاری به طریق نشتی انجام شد و سعی شد گیاه در مراحل حساس نمو با تنش رطوبت مواجه نشود. در شرایط تنش رطوبتی انتهایی، آبیاری از مرحله گرده افشانی تا انتهای دوره رشد و نمو (مرحله رسیدگی کامل) قطع

شـد و قبـل از آن، آبیـاری هماننـد شـرایط مطلـوب رطوبتی انجام گردید. ژنوتیپ‌های پیشرفته جـو مـورد استفاده در این طـرح از موسـسه تحقیقـات اصـلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شدند.

در طول دوره رشد، صفات مورفولوژیکی (از قبیل ارتفاع بوته، طول سنبله، طول پدانکل و مساحت برگ پرچم)، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت محاسبه شدند. جهت اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک فوق، در هر کرت ۲۰ بوته به طور تصادفی مشخص و پس از اندازه‌گیری، میانگین آنها ثبت گردید.

محتوی نسبی آب برگ (RWC)[۱] با استفاده از فرمول زیر به دست آمد (Sairam and Saxena, 2000; Sairam and Sarivastava, 2001):

$$\%RWC = \frac{(FW - DW)}{(TW - DW)} * 100$$

که در این فرمول FW[۲] وزن تازه برگ، TW[۳] وزن برگ پس از آماس کامل و DW[۴] وزن خشک برگ بود.

۲۰ روز پس از قطع آبیاری در آزمایش تنش رطوبتی، برای محاسبهٔ میزان خسارت به غشا ابتدا از هر دو آزمایش (آبیاری مطلوب و تنش رطوبتی انتهایی) و از هرکرت تعداد ۵ گیاه به طور تصادفی انتخاب و برگ پرچم آنها جدا شد. سپس توسط دستگاه کاغذ سوراخ کن (پانچ) ۱۵ عدد دیسک از برگ تهیه و در آب مقطر که دارای هدایت الکتریکی ۳ میکرو زیمنس بر متر بود به مدت ۱۲ ساعت قرار گرفت و پس از ۱۲ ساعت هدایت الکتریکی آبی که برگ‌ها در آن گذاشته شده بود توسط دستگاه Ec متر اندازه‌گیری شده و اعداد حاصل یادداشت گردید (Fokar *et al*., 1998).

میانگین شاخص کلروفیل با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج مدل CCM-200، در قسمت میانی برگ پـرچم از هر کرت آزمایشی، در زمان آغاز گرده‌افشانی بوته‌های نمونه تعیین گردید (Behra *et al*., 2002).

داده‌هـا بـا اسـتفاده از نـرم‌افـزار SAS تجزیـه و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام پذیرفت. شکل‌ها نیز بـا اسـتفاده از نرم افزار Excel رسم گردیدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۳ نشان می‌دهد که تنش خشکی تاثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک جو داشته ولی اثر تنش خشکی بر شاخص برداشت معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد که قطع آبیاری پس از ۵۰ درصد گلدهی منجر به کاهش معنی‌دار عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک شده است؛ بیشترین عملکرد دانه و بیولوژیک با میانگین‌های ۴۸۸۷/۲ و ۱۰۲۹۱/۷ کیلوگرم در هکتار از تیمار آبیاری کامل و کمترین آنها با میانگین‌های ۴۱۷۱/۵ و ۹۴۵۵/۶ کیلوگرم در هکتار از تیمار قطع آبیاری در ۵۰٪ گلدهی حاصل شد (جدول ۴). به عبارت دیگر، قطع آبیاری به ترتیب موجب کاهش ۱۴/۶۴ و ۸/۱۲ درصد در عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک جو نسبت به تیمار آبیاری کامل گردید. همان‌طورکه مشاهده می‌گردد، عملکرد بیولوژیک جو نسبت به عملکرد دانه کمتر تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفت؛ با توجه به این‌که تنش خشکی در مرحله ظهور سنبله اعمال گردیده است، گیاه عملاً به مراحل انتهایی رشد خود رسیده و بنابراین تنش خشکی در این مرحله نمی‌تواند اثر

۱- Relative Water Content
۲- Fresh weight
۳- Turgid weight
۴- Dry weight

چندانی بر عملکرد بیولوژیک گیاه داشته باشد؛ در حالی‌که عملکرد دانه در این مرحله شکل می‌گیرد و بروز خشکی به هنگام پر شدن دانه باعث کاهش طول دوره پر شـــدن دانه می‌گردد و این موضـوع باعث می‌شود که عملکرد دانه به شدت تحت تاثیر تنش خشکی قرار گیرد. کمبود آب در مرحله گرده افشانی، کاهش تعداد دانه را به دنبال دارد و در بسیاری از غلات بیشترین کاهش عملکرد، در صورت بروز تنش در مرحله گرده‌افشانی یا مرحله آبستنی اتفاق می‌افتد. تنش خشکی در این مرحله موجب کاهش عملکرد و کاهش تعداد دانه در جو (Bauder, 2002) می‌شود. در مورد عدم معنی‌دار شدن شاخص برداشت در بین تیمارهای آبیاری نیز نتایج برخی محققان نشان از ثبات نسبی این شاخص در شرایط رطوبتی مختلف دارد (Emam and Seghateleslami, 2005).

نتـایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این آزمایش تفاوت معنی‌داری از لحاظ عملکرد بیولوژیک وجود ندارد ولی تفاوت معنی‌داری از لحاظ عملکرد دانه (در سطح یک درصد) و شاخص برداشت (در سطح پنج درصد) بین این ژنوتیپ‌ها مشاهده گردید (جدول ۳). ژنوتیپ شماره ۱۱ بیشترین عملکرد بیولوژیک (با میانگین ۱۱۱۹۴/۴ کیلوگرم در هکتار) و ژنوتیپ شماره ۲ کمترین عملکرد بیولوژیک (با میانگین ۸۴۷۲/۲ کیلوگرم در هکتار) را داشتند؛ از لحاظ عملکرد دانه نیز ژنوتیپ شماره ۱۸ بیشترین (۵۹۹۷/۲ کیلوگرم در هکتار) و ژنوتیپ شماره ۱۶ کمترین عملکرد دانه (۳۴۲۰/۸ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص دادند (شکل ۱). همچنین، ژنوتیپ شماره ۸ با میانگین ۵۸/۷۵ درصد دارای بیشترین و ژنوتیپ شماره ۱۶ با میانگین ۳۶/۷۰ درصد دارای کمترین شاخص برداشت در بین سایر ژنوتیپ‌ها بودند (جدول ۴).

اثر متقابل آبیاری و ژنوتیپ بر هیچ یک از صفات مورد بررسی در این آزمایش معنی‌دار نبود (جدول ۳)؛ با این وجود، نتایج نشان داد که حساسیت ژنوتیپ‌ها به قطع آبیـاری بسیار متفاوت است. ژنوتیپ‌های ۱۸ و ۲۰ دارای کمترین تغییرات عملکرد دانه و ژنوتیپ‌های ۵ و ۸ دارای بیشترین تغییرات عملکرد دانه در تیمارهای آبیاری کامل و قطع آبیاری در مرحله ۵۰ درصد ظهور سنبله در بین سایر ژنوتیپ‌ها بودند (شکل ۲).

بر اساس نتایج این آزمایش، تاثیر تنش خشکی بر صفات طول پدانکل و مساحت برگ پرچم در سطح یک درصد معنی‌دار ولی بر طول سنبله و ارتفاع بوته تاثیری نداشت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین طول پدانکل و مساحت برگ پرچم از تیمار آبیـــاری کامل حاصل گردیـد که اختلاف معنی‌داری با تیمار قطع آبیاری در مرحله ۵۰ درصد گلدهی داشتند. قطع آبیاری در ۵۰ درصد گلدهی موجب گردید که صفات طول پدانکل و مساحت برگ پرچم به ترتیب به میزان ۱۲/۴ و ۲۴ درصد نسبت به دور آبیاری کامل کاهش پیدا کنند (جدول ۴). از آنجا که در آزمایش حاضر تنش خشکی بعد از گلدهی اعمال شد، همان‌طور که انتظار می‌رفت، تفاوت میانگین‌های طول سنبله در دو حالت تنش و مطلوب تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. طول سنبله هر ژنوتیپ به دلیل آغازش اجزای آن در مراحل پیش از ظهور سنبله اندکی پیش از گلدهی تعیین و بعد از آن تغییر چندانی نمی‌یابد (Emam and Niknejhad, 2004). نقش موثر طول پدانکل در مقاومت به خشکی و افزایش عملکرد در شرایط تنش خشکی توسط برخی از پژوهش‌گران گزارش شده است (Ortiz-Ferrara *et al.*, 1991; Salfer and Savin, 1994). غلات تا زمان گلدهی بیشترین ارتفاع خود را به دست آورده و در مراحل باقی‌مانده رشد تغییر چندانی در

ارتفاع بوته حاصل نمی‌شود و از طرف دیگر چون در پژوهش حاضر تنش خشکی بعد از گلدهی اعمال گردید، انتظار نمی‌رفت تفاوت زیادی بین دو شرایط تنش خشکی و شرایط مطلوب مشاهده گردد. نتایج اغلب پژوهش‌ها هم نشان داده‌اند که تنش رطوبتی قبل از مرحله گرده‌افشانی گندم باعث کاهش رشد و نمو و زیست توده می‌شود (Richard *et al*., 2001).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر ژنوتیپ بر صفات طول سنبله (در سطح پنج درصد)، طول پدانکل و مساحت برگ پرچم (در سطح یک درصد) معنی‌دار بود ولی تاثیر ژنوتیپ بر ارتفاع بوته معنی‌دار نگردید (جدول ۳). ژنوتیپ شماره ۲۰ بیشترین طول پدانکل (۲۸/۸۳ سانتی‌متر) و ارتفاع بوته (۷۳/۱۶ سانتی‌متر) و ژنوتیپ شماره ۳ کمترین طول پدانکل (۲۱/۲۵ سانتی‌متر) و ارتفاع بوته (۵۸/۵۰ سانتی‌متر) را در بین سایر ژنوتیپ‌ها داشتند. بیشترین طول سنبله مربوط به ژنوتیپ شماره ۷ با ۸/۷۵ سانتی‌متر و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۹ با ۶/۴۱ سانتی‌متر بود. ژنوتیپ ۱۸ با مساحت برگ پرچم ۱۰/۴۳ سانتی‌متر مربع بیشترین و ژنوتیپ ۱۷ با مساحت ۳/۶۱ سانتی‌متر مربع کمترین مساحت برگ پرچم را در متوسط دو محیط دارا بودند (جدول ۴).

نتایج تجزیه واریانس‌ها نشان داد که تنش خشکی و ژنوتیپ تاثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر صفات شاخص کلروفیل، محتوی نسبی آب برگ پرچمی و تراوایی غشای سلول داشت و همچنین اثر متقابل تنش و ژنوتیپ بر تراوایی غشای سلول در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد قطع آبیاری در مرحله ۵۰٪ گلدهی منجر به افزایش عدد کلروفیل‌متر و تراوایی غشای سلول و کاهش محتوی نسبی آب برگ پرچم می‌گردد. بیشترین عدد کلروفیل‌متر (۴۳/۲) و تراوایی غشای سلول (۹۸۳/۹ میکروزیمنس بر متر) از تیمار قطع آبیاری و کمترین آنها به ترتیب با میانگین‌های ۳۷/۳ و ۴۲۰/۲ میکروزیمنس بر متر از تیمار شاهد یا آبیاری کامل به دست آمد؛ بیشترین محتوی نسبی آب برگ پرچم در تیمار شاهد با میانگین ۷۶/۸ درصد و کمترین مقدار آن با میانگین ۶۶/۳۴ درصد در تیمار قطع آبیاری مشاهده گردید (جدول ۴). نیکلوا و همکاران (Nikolaeva *et al*., 2010) گزارش کردند که اعداد کلروفیل‌متر در تنش خشکی نسبت به گیاه شاهد (تیمار آبیاری معمول) در گندم بیشتر است. علت افزایش محتوی کلروفیل تحت شرایط تنش خشکی، کوچک‌تر شدن سلول‌های برگ به علت کاهش سطح برگ و ضخیم شدن آنها گزارش شده است (Darvishi Baloochi *et al*., 2010). طبق گزارش امام و نیک نژاد (Emam and Niknejhad, 2004) کاهش محتوای نسبی آب از اولین آثار تنش خشکی بوده که موجب کاهش میزان عملکرد می‌شود. سایرام و سریواستاوا (Sairam and Srivastava, 2001) نیز اعلام کردند که در شرایط تنش خشکی، میزان محتوای نسبی آب کاهش می‌یابد. کاهش محتوای نسبی آب و بسته شدن روزنه‌ها اولین تأثیر تنش خشکی بوده که در ساخت مواد فتوسنتزی ایجـاد اختلال کرده و موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود (Emam and Seghateleslami, 2005). یکی از جنبه‌های مهم کاربردی شاخص نسبی آب برگ، فراهم نمودن امکان کمی سازی شاخص تنش رطوبتی است. از صفات مرتبط با آب گیاه می‌توان در اصلاح برای مقاومت به خشکی استفاده کرد زیرا شاخص نگهداری آب و زنده ماندن گیاه را در شرایط تنش نشان می‌دهند (Mationn *et al*., 1989). محمدی و همکاران (Mohammadi *et al*., 2006) در بررسی ۱۴ ژنوتیپ پیشرفته گندم دوروم در دو شرایط دیم و کم آبیاری، مهم‌ترین صفات فیزیولوژیک شامل محتوای نسبی آب برگ، خسارت غشای سلولی و همچنین

شاخص‌های تحمل به خشکی را مورد ارزیابی قراردادند و اظهار داشتند ارقامی که مقاوم به خشکی هستند از هدایت الکتریکی و خسارت غشای سلولی کمتری برخوردار هستند. جانسون و فلاور (Johnson and Flower, 1992) گزارش کردند برگ پرچم در پر شدن دانه دخیل بوده و بر تعداد دانه در سنبله‌ها و طول سنبله اثر مثبتی می‌گذارد. به‌طورکلی، تنش خشکی سبب کاهش پتانسیل آب برگ می‌شود که این امر مقدار محتوی نسبی آب برگ را کاهش می‌دهد؛ سینگ و پَتل (Singh and Patel, 1996) کاهش محتوی نسبی آب برگ دو رقم گندم را در طول اعمال تنش خشکی، گزارش کردند. درویش و همکاران (Darvishi-Baloochi *et al*., 2010) نیز گزارش کردند تنش خشکی موجب افزایش تراوایی غشا در ذرت می‌گردد. حق‌پرست (Haghparast, 1996) در آزمایشی روی گندم گزارش کرد که افزایش تراوایی غشا در تنش خشکی به این دلیل است که دیواره سلولی در اثر تنش خشکی تخریب و مایع سلولی و واکوئلی به داخل محیط تراوش یافته و باعث غلیظ شدن و بالا رفتن هدایت الکتریکی محلول می شوند. شتاوی و تافیک (Sheteawi and Tawfik, 2007) نیز گزارش کردند افزایش تنش خشکی منجر به افزایش کلیه رنگدانه‌های فتوسنتزی در ماش شده است.

ژنوتیپ‌های ۵ و ۱۳ بیشترین میزان کلروفیل به ترتیب با عدد ۴۵/۳ و ۴۵/۳ داشتند و ژنوتیپ شماره ۷ با عدد ۳۳/۹ کمترین این مقدار را در دو محیط دارا بود. ژنوتیپ ۸ بیشترین مقدار محتوای نسبی آب برگ (۸۰/۷ درصد) و ژنوتیپ ۱۷ (۶۲/۷ درصد) کمترین مقدار محتوای نسبی آب برگ را به خود اختصاص دادند. ژنوتیپ ۱۵ بیشترین مقدار هدایت الکتریکی غشای سلول (۸۰۴/۸ میکروزیمنس بر متر) و ژنوتیپ ۵ کمترین مقدار هدایت الکتریکی غشای سلول (۶۰۶/۸ میکروزیمنس بر متر) را به خود اختصاص دادند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که قطع آبیاری باعث کاهش عملکرد و صفات مورفولوژیک شد. تنش خشکی باعث افزایش شاخص کلروفیل و تراوایی غشای سلول و کاهش محتوی نسبی آب برگ پرچم گردید. از لحاظ عملکرد دانه، ژنوتیپ‌های شماره ۱۸ و ۱۶ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد دانه بودند. بر اساس نتایج این آزمایش، ژنوتیپ‌های ۱۸ و ۲۰ در هر دو شرایط آبیاری و تنش خشکی عملکرد مطلوبی داشتند.

جدول ۱- وضعیت آب و هوایی بیرجند در سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۶

Table 1- Weather conditions of Birjand during 2007-2008

ماه Month	سال Year	متوسط رطوبت Humidity mean (٪)	متوسط دما Mean Temperature (o^C)	درجه حرارت حداقل Minimum Temperature (o^C)	درجه حرارت حداکثر Maximum Temperature (o^C)	بارندگی Precipitation (mm)	تبخیر Evaporation (mm)
مهر	1386	28	18.7	9.5	27.8	0.4	160.8
آبان	1386	32	14.8	5.1	24.5	0	98.3
آذر	1386	54	8.6	1.6	15.5	7	26.9
دی	1386	76	-3.4	-8.1	1.3	32.7	0
بهمن	1386	76	-4.3	-10.5	1.9	10.2	0
اسفند	1386	33	14.1	5.8	22.3	0	92.9
فروردین	1387	27	20.8	12.5	29.1	1.4	189.8
اردیبهشت	1387	21	25.8	16.8	34.8	0.3	273.7
خرداد	1387	17	32.2	24.1	40.3	0	383.1
تیر	1387	18	34.1	26.0	42.2	0	395.1

جدول ۲- ژنوتیپ‌های امید بخش جو مورد استفاده در آزمایش

Table 2- Promising genotypes of barley in experiment

شماره ژنوتیپ‌های جو Number of Barley Genotypes	نام و شجره ژنوتیپ‌ها Pedigree of Genotypes	تعداد پر Number of Row
1	MB73-6 (nosrat-control)	6
2	Felicie/4/WI2269/3/Roho//Alger/Ceres362-1-1	2
3	Courlis/Rhn-03	6
4	VIOLETA/MJA/7/ABN-B/6/BA/GAL//FZA-….A*3/4/TRY/GAL	6
5	Lignee527/NK1272//JLB70-63	6
6	Manal/Alanda-01	6
7	Comp.Cr229//As46/Pro/3/Srs/4/Express	6
8	Gob96Dh/3/ND10277/Shyri/ND11231/Shyri/4/Azaf	6
9	ATACO/COMINO//ALELI	6
10	CABUYA/4/GLORIA-BAR/COPAL//BEN.4D/3/S.P-B/8/….N/7/MJA	6
11	AYAROSA/BLLU//CALI92	6
12	CLN-B/80.5138//GLORIA-BAR/COPAL/3/CARDO/4/CABUYA	6
13	AYAROSA/BLLU//CALI92	6
14	CABUYA/4/GLORIA-BAR/COPAL//...2/TERN-B//H272/6/SEN/7/MJA	6
15	ANTARTICA 6/3/MPYT169.1...LORIA-BAR/COPAL/3/SUTTER	6
16	Alanda//Lignee527/Arar/4/.../Alanda/5/TunLB-923137/Noor17	6
17	NK1207/3/Api/CM67//Mona/4/Aths/Lignee686	6
18	26216/4/Arar/3/Mari/Aths*2//M-Att-73-337-1	6
19	ND155.77//MATNAN/EH165/3/POLEO//BREA/DL70/4/IBTA80/5/BLLU	6
20	5th EBYTM83-4(24569/3/L.640/Bgs//Cel)	6

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ژنوتیپ های امیدبخش جو تحت تنش خشکی انتهای فصل

Table 3- Analysis of variance for morphological and physiological characteristics of promising genotypes of barley under terminal drought stress

منابع تغییر S.O.V		درجه آزادی df	میانگین مربعات MS									
			محتوی نسبی اب برگ پرچم RWC	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	ارتفاع بوته Height	طول پدانکل Peduncle length	طول سنبله Spike length	تراوایی غشای سلول Cell membrane permeability	مساحت برگ پرچم Flag leaf area
Replication	تکرار	2	67.30	324.47	550459	6289608	50.66	718.01	31.26	2.49	2289.60	7.90
Drought stress	تنش خشکی	1	3334.75 **	440.79 ns	15365077**	20972565**	1041.94 **	814.84 ns	331.66 **	7.77 ns	9533858 **	113.26 **
Main error	اشتباه اصلی	4	99.45	80.68	919755	789086	23.41	777.05	64.88	11.67	4089.10	7.85
Genotype	ژنوتیپ	19	157.78 **	320.18 *	3078526**	1717064 ns	70.74 **	105.17 ns	22.04 **	1.90 *	19861.76 **	18.05 **
Genotype×Drought	خشکی× ژنوتیپ	19	59.95 ns	108.97 ns	1488049 ns	1976293 ns	15.33 ns	91.01 ns	8.56 ns	1.01 ns	36714.99 **	3.53 ns
Sub error	اشتباه فرعی	76	49.03	158.30	1028045	1967599	23.96	69.33	9.07	0.96	5993.78	3.18
CV	ضریب تغییرات	-	9.77	27.08	22.38	14.20	12.15	12.72	11.96	12.88	11.02	24.97

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد و ns عدم معنی‌داری می‌باشد.

* , ** are significantly different at α=0.05 and α=0.01, respectively and ns is non-significant

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های امیدبخش جو تحت تنش خشکی انتهای فصل

Table 4- Mean comparison of morphological and physiological characteristics of promising genotypes of Barley under terminal drought stress

تیمارها Treatments	تراوایی غشای سلولی CMP($\mu s.m^{-1}$)	محتوای نسبی آب برگ پرچم RWC	شاخص برداشت Harvest index (%)	عملکرد دانه Seed yield ($Kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($Kg.ha^{-1}$)	شاخص کلروفیل Ch. Index	ارتفاع بوته Height (cm)	طول پدانکل Peduncle length (cm)	طول سنبله Spike length (cm)	مساحت برگ پرچم Flag leaf area (cm^2)
تنش خشکی Drought Stress										
شاهد Control	420.17 b	76.88 a	48.37 a	4887.2 a	10291.7 a	37.33 b	68.04 a	26.83 a	7.86 a	8.12 a
قطع آبیاری Stopping	983.90 a	66.34 b	44.54 a	4171.5 b	9455.6 b	43.23 a	62.83 a	23.50 b	7.35 a	6.17 b
ژنوتیپ Genotype										
1	763.17 abcd	71.35abcdefg	37.99 ed	3683.3 cd	9722.2 ab	37.95 bcde	65.83 abc	24.33 bcd	7.25 bcd	8.25 abcd
2	640.17 efg	72.92 abcdef	57.33 ab	4722.2 abcd	8472.2 b	34.65 de	69.66 abc	26.16 ab	7.33 bcd	5.33 efg
3	693.67bcdefg	74.01 abcde	41.48 abcde	4363.9 cd	10500 a	42.21 abc	58.50 c	21.25 d	7.66 abcd	7.18 bcdef
4	715.67abcdef	68.12 defg	37.52 de	3687.5 cd	9805.6 ab	40.80 abcd	61.66 abc	21.33 cd	7.33 bcd	7.38 bcde
5	606.83 g	75.93 abcd	58.79 abcde	5893.1 ab	10027.8 ab	45.26 a	64.08 abc	25.83 ab	8.07 abc	9.55 ab
6	660 defg	78.88 abc	45.53 abcde	4277.8 cd	9472.2 ab	34.26 de	65.41 abc	26 ab	7.08 bcd	10.41 a
7	775.17 abc	69.45 cdefg	47.07 abcde	4468.1 ab	10555.6 a	33.93 e	69.41 abc	25.58 ab	8.75 a	5.86 def
8	627.67 fg	80.47 a	58.75 a	5902.8 ab	10083.3 ab	41.75 abc	69.75 abc	27.08 ab	8.25 ab	8.36 abc
9	669.17 cdefg	63.47 fg	48.01 abcde	4637.5 bcd	10000 ab	40.83 abcd	63.91 abc	26.16 ab	7.87 abc	6.87 cdef
10	728.83abcdef	67.10 defg	46.28 abcde	4371.9 cd	9638.9 ab	37.20 cde	69.28 abc	26.33 ab	8.16 ab	5.98 cdef
11	629.83 fg	72.97 abcdef	39.49 cde	4322.2 cd	11194.4 a	40.03 abcde	63.50 abc	25.33 abc	7.33 bcd	6.68 cdef
12	781.67 ab	74.14 abcde	40.59 bcde	3945.8 cd	9805.6 ab	40.23 abcde	70.83 ab	26 ab	7.66 abcd	7.40 bcde
13	691.67bcdefg	64.82 efg	47.70 abcde	4466.7 cd	9666.7 ab	45.35 a	59.75 bc	26.25 ab	8 abc	7.34 bcde
14	728.67abcdef	79.50 ab	54.40 abcd	4979.2 abc	9444.4 ab	43.51 abc	63.66 abc	25.25 abcd	7.30 bcd	6.46 cdef
15	804.83 a	72.57 abcdef	42.17 abcde	4220.8 cd	10111.1 ab	39.08 abcde	60.25 bc	23.58 bcd	7.83 abc	4.83 fg
16	740.50 abcde	71.03bcdefg	36.70 e	3420.8 d	9583.3 ab	44.11 ab	60.25 bc	23.16 bcd	6.75 cd	6.81 cdef
17	700.3abcdefg	62.46 g	42.21 abcde	3986.1 cd	9555.6 ab	38.46 bcde	65.08 abc	23 bcd	7.75 abcd	3.61 g
18	641.50 efg	75.37 abcd	56.28 abc	5997.2 a	10111.1 ab	43.78 abc	69.58 abc	27.16 ab	8.25 ab	10.43 a
19	758 abcd	68.17 defg	50.55 abcde	4743.1 abcd	9777.8 ab	41.46 abc	65.16 abc	24.75 abcd	6.41 d	6.08 cdef
20	683.33bcdefg	69.14 defg	45.27 abcde	4497.2 cd	9944.4 ab	40.78 abcd	73.16 a	28.83 a	7.16 bcd	8.06 bcd

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ندارند.

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at p=5%, Duncan Multiple Range Test.

References منابع مورد استفاده

- Ahmadi, A., M. Joudi, and M. Janmohammadi. 2009. Late defoliation and wheat yield: Little evidence of post anthesis source limitation. *Field Crops Research*. 113: 90-93.
- Akbari Moghaddam, H., Gh. Etesam., R. Koohkan., Sh.A. Rostami, and Gh.A. Keikha. 2002. Effect of moisture stress in different growth stages on grain yield in wheat cultivars. Proceedings of the 7th Iranian Crop Science Congress, Karaj, Iran. (In Persian).
- Barraclough, P.B., and J. Kate. 2001. Effect of water stress on chlorophyll meter reading in wheat. *Plant Nutrition*. 44: 722- 723.
- Behra, R.K., P.C. Mishra, and N.K. Choudhury. 2002. High irradiance and water stress induce alterations in pigment composition and chloroplast activities of primary wheat leaves. *J. Plant Physiol*. 159: 967-973.
- Bauder, J. 2002. When necessary, Just-in-time, irrigating can save water. MSU Extension Publications. 406-994-3273.
- Darvishi-Baloochi, M., F. Paknejad, A. Kashani, and M.R. Ardakani. 2010. Effect of water stress and foliar feeding of micronutrients on chlorophyll fluorescence parameters, chlorophyll content, RWC, membrane stability and grain yield of maize (SC704). *J. Crop Sci*. 41 (3): 531-543.
- Emam, Y., and M. Niknejhad. 2004. An introduction to the physiology of crop yield. Shiraz University Press, 571 p. (In Persian).
- Emam, Y., and M.J. Seghateleslami. 2005. Crop yield, physiology and processes. Shiraz University Press. 593 p. (In Persian).
- Fischer, R.A. 2007. Understanding the physiological basis for yield potential in wheat. *J. Agricultural Sci.* 145: 99-113.
- Fokar, M., A. Blum, and H.T. Nguyen. 1998. Heat tolerance in spring wheat. II Grain filling. *Euphytica*. 104: 9-15.
- Gavutzzi, P., F. Rizza, M. Palumbo, R.G. Gampaline, G.L. Ricciiardi, and B. Borghi. 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. *Can. J. Plant Sci*. 77: 523-531.
- Ghosh, P.K., K.K. Ajay, M.C. Bandyopadhyay, K.G. Manna, A.K. Mandal, and K.M. Hati. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping system in vertisols of semi-arid tropics. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll content and enzyme activity. *Bioresource Technology*. 95: 85-93.
- Haghparast, R. 1996. Selection of drought-resistant wheat varieties. MSc thesis, University of Tabriz. (In Persian).

- Hashem, A., M.N. Amin Mujadar, A. Hamid, and M.M. Hossain. 1998. Drought stress effects on seed yield, yield attributes, growth, cell membrane stability of synthesized *Brassica napus* L. *J. Agronomy and Crop Sci*. 180: 129-136.
- Johnson, A.M., and D.B. Flower. 1992. Response of no-till winter wheat nitrogen fertilization to drought stress. *Can. J. Plant Sci*. 72: 1075-1089.
- Kafi, M., and M. Rostami. 2007. Yield characteristics and oil content of three safflower (*Carthamus tinctorius*) cultivars under drought in reproductive stage and irrigation with saline water. *Iranian J. Field Crops Res*. 5: 121-132. (In Persian).
- Khazaei, H., and M. Kafi. 2002. Role of relative water content (RWC) and stomatal resistance in drought tolerance in wheat and their relationship with grain yield in greenhouse and field conditions. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 16 (2): 115-125. (In Persian).
- Kocheva, K., P. Lambrev, G. Georgiev, V. Goltsev, and M. Karabaliev. 2004. Evaluation of chlorophyll fluorescence and membrane injury in the leaves of barley cultivars under osmotic stress. *Bioeletrochemis*. 63: 121-124.
- Martin, M., F. Miceli, J. Morgan, M. Scalet, and G. Zerbia. 1993. Synthesis of osmotically active substance in winter wheat leaves as related to drought resistance of different genotypes. *Crop Sci*. 171: 176-184.
- Mationn, M.A., J.H. Brown, and H. Ferguson. 1989. Leaf water potential, relative water content and diffusive resistance as screening techniques for drought resistance in barley. *Agron. J*. 81: 100-105.
- Mohammadi, A., A. Majidi, M.R. Bihamta, and H. Heidari Sharifabad. 2006. Evaluation of drought stress on agro - morphological characteristics in some wheat cultivars. *Pajouhesh and Sazandegi*. 73: 184-192. (In Persian).
- Nikolaeva, M.K., S.N. Maevskaya, A.G. Shugaev, and N.G. Bukhov. 2010. Effect of drought on chlorophyll content and antioxidant enzyme activities in leaves of three wheat cultivars varying in productivity. *Russian J. Plant Physiology*. 57: 87-95.
- Ortiz-Ferrara, G., S.K. Yau, and M. Assad Moussa. 1991. Identification of agronomic traits associated with yield under stress conditions. pp. 68-87. In: Acevedo, E., Conesa, A. P., Monneveux, P., and Arivastava, J. P. (eds) Physiology-Breeding of Winter Cereals for Stressed Mediterranean Environments. INRA. Paris.
- Pessarakli, M. 1999. Hand-book of plant and crop stress. Marcel Dekker Inc. 697 pages.
- Richard, R.A., A.G. Condon, and G.J. Rebetzke. 2001. Traits to improve yield in dry environments. In: Reynolds, M. P., J.U. Ortiz-Monasterio, and A., Mcnab (Eds). Application of physiology in wheat breeding. Mexico: CIMMYT.

- Royo, C., M. Abaza, R. Blanco, and L.F. Garcia del Moral. 2000. Triticale grain growth and morphometry as affected by drought stress, late sowing and simulated drought stress. *Australian J. Plant Physiology*. 27: 1051-1059.
- Sairam, R.K., and D.C. Saxena. 2000. Oxidative stress and antioxidant in wheat genotypes: possible mechanism of water stress tolerance. *J. Agronomy and Crop Sci*. 184: 55-61.
- Sairam, R.K., and G.C. Srivastava. 2001. Water stress tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.): Variation in hydrogen peroxide accumulation and antioxidant activity in tolerant and susceptible genotype. *J. Agronomy and Crop Sci*. 186: 63-70.
- Sheteawi, S.A., and K.M. Tawfik. 2007. Interaction effect of some biofertilizers and irrigation water regime on mung bean (*Vigna radiate*) growth and yield. *J. Applied Sci. Research*. 3(3): 251-262.
- Sing, M., J.P. Srivastava, and A. Kumar. 1992. Cell membrane stability in relation to drought tolerance in wheat genotypes. *J. Agronomy and Crop Sci*. 168: 186-190.
- Singh, J., and A.L. Patel. 1996. Water status, gaseous exchange, proline accumulation and yield of wheat in response to water stress. *Annuals of Biology Ludhiana*. 12 (1): 77-81.
- Singh, B.D. 2000. Plant breeding-principles and methods. Kalyani Publisher. 896 pp.
- Slafer, G.A., and R. Savin. 1994. Post-anthesis green area duration in a semi-dwarf and a standard height wheat cultivar as affected by sink strength. *Aust. J. Agric. Res*. 43: 1337-1346.
- Vasquez-Tello, A. 1990. Electrolyte and Pi leakages and soluble sugar content as physiological test for screening resistance to water stress in *Phaseolus* and *Vigna* species. *J. Experimental Botany*. 41: 827-832.
- Vijendra Das, L.D. 2000. Problems facing plant breeding. CBS Publishers and Distributors. 242 pp.

Evaluation of 20 Barley Genotypes under the Terminal Drought Condition

Tajalli, H.[1]*, S.G. Mousavi[2], R. Baradaran[2], M.H. Saberi[3], and E. Arazmjoo[4]

Received: September 2012, Accepted: 30 October 2013

Abstract

To study the response of barley genotypes to terminal drought stress, 20 promising barley genotypes were compared under two stress and non-stress conditions, in a split plot experiment based on randomized complete block design with three replications at the Agricultural Research Center of Southern Khorasan during 2007-2008 growing season. Drought stress levels consist of control (complete irrigation) and irrigation up to the 50% heading stage. Results showed that skipping irrigation at 50% heading stage resulted in 14.64 reduction in seed yield and 8.12 percent in biological yield compared to control condition. Spike length, plant height and flag leaf area in drought condition decreased by 12.4, 7.65 and 24 percent against complete irrigation treatment. Also, irrigation up to the 50% heading caused increasing of chlorophyll index and cell membrane permeability and declining of relative water content of flag leaf. There weren't any significant differences among barley genotypes in terms of biological yield but the highest and lowest grain yield achieved from genotype number 18 (5997.2 $kg.ha^{-1}$) and genotype number 16 (3420.8 $kg.ha^{-1}$) respectively. Cultivar number 5 and 13 had the highest rate of chlorophyll index, and also number 8 had the highest relative water content (80.7%) in flag leaf. Based on the results of this study, genotypes number 18 and 20 had higher yields in both normal and drought stress conditions.

Key words: Cellular Membrane Permeability, Chlorophyll Index, Relative Water Content, Stopping Irrigation.

1- Researcher, Agricultural and Natural Resources Research Center, South Khorasan, Iran.
2- Staff Member, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran.
3- Staff Member, Agricultural and Natural Resources Research Center, South Khorasan, Iran.
4- Ms.c. of Agronomy, Agricultural and Natural Resources Research Center, South Khorasan, Iran.
***Corresponding Author:** hamidtajali@yahoo.com*