Archive of SID

تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک/ جلد سوم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۴۰۰، ص ۱۸۷-۱۷۷

ارزیابی تنش خشکی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد در برخی غلات سردسیری در شرایط کنترل شده

سامیه آقچه‌لی[۱]، علی راحمی‌کاریزکی[۲*]، ابراهیم غلامعلی‌پور علمداری[۲]، عبداللطیف قلی‌زاده[۲]، محسن رضایی[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد کشاورزی اکولوژیک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
۲- گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی در کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

* مسئول مکاتبه: Alirahemi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۲۶ **DOI: 10.22034/csrar.2021.296830.1110**

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد در برخی غلات سردسیری آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس در سال ۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. تیمارها شامل غلات سردسیری در ۶ سطح شامل: گندم نان رقم کوهدشت، گندم دوروم رقم سیمره، جو شش ردیفه رقم صحرا، جو دو ردیفه رقم خرم و جو لخت لاین ۱۷، تریتیکاله رقم جوانیلو و عامل تنش خشکی در سه سطح شامل: عدم تنش خشکی (شاهد= ۰/۴- بار)، تنش خشکی متوسط (۱- بار)، تنش خشکی شدید (۴- بار) بودند. تنش خشکی در مرحله گلدهی آن‌ها اعمال شد. نتایج نشان داد که اثر غلات و تنش خشکی بر تمام صفات مورد مطالعه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. این در حالی بود که اثر متقابل بر تمام صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که دامنه تغییرات عملکرد دانه در بین گونه‌ها از ۱/۲۵ تا ۲/۵۸ گرم در بوته متغیر بود. نتایج نشان داد که عملکرد دانه تریتیکاله نسبت به گندم دوروم ۷۳ درصد بیش‌تر بود. همچنین مقایسه بین سطوح مختلف تنش خشکی نشان داد که با افزایش تنش خشکی تمام صفات مورد اندازه‌گیری در غلات مورد بررسی کاهش یافت. نتایج نشان داد که عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در شرایط تنش شدید نسبت به شاهد به ترتیب حدود ۳۲، ۷۲ و ۴۵ درصد کاهش یافت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بالا به‌عنوان معیارهای مهم می‌تواند در اصلاح ارقام گونه‌های گیاهی در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: شاخص برداشت، صفات مورفولوژیک، عملکرد بیولوژیک، غلات

مقدمه

تنش خشکی در اکثر مناطق دنیا از مهم‌ترین عوامل محدود کننده در گسترش گیاهان در سیستم‌های طبیعی و کشاورزی شناخته شده است (Naseh-ghfoori *et al.*, 2010). از معضلات تولید محصولات زراعی که باعث کاهش عملکرد می‌شود، تنش‌های غیرزیستی از جمله خشکی می‌باشد. نتایج بررسی Kafi و همکاران (۲۰۰۲) نشان داد که همراه تنش خشکی، تنش‌های ثانویه از جمله کاهش رطوبت خاک در محیط ریشه، افزایش تبخیر و تعرق نسبت به جذب آب در گیاه زراعی، افزایش تنفس سلولی و کاهش فتوسنتز و خسارت به فرآیندهای متابولیکی و ساختمانی سلول، افزایش سختی خاک ناشی از خشک شدن و تأثیر بر رشد ریشه، تجمع نمک‌ها در لایه‌های بالایی خاک و اطراف ریشه‌ها در اثر تبخیر و مسمومیت عناصر غذایی می‌شود. Rahbarian و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که در حدود یک سوم از زمین‌های قابل کشت دنیا به‌طور قابل توجهی با کمبود آب مواجه هستند. غلات تأمین کننده بیش از ۸۰ درصد از پروتئین مورد نیاز مردم در کشورهای آفریقایی و آسیایی هستند (Siadat *et al.*, 2013). گندم به‌علت این‌که تأمین کننده اصلی غلات مردم کشور می‌باشد گیاهی استراتژیک محسوب شده و تحقیقات جهت بالا بردن عملکرد گندم در واحد سطح لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد (Reynolds *et al.*, 2007). جو به خانواده گرامینه تعلق دارد و در نقاط مختلف جهان با شرایط محیطی مختلف رشد می‌کند (Kalajy *et al.*, 2011). بخش بزرگی از اراضی زیر کشت جو در ایران و جهان در مناطق

www.SID.ir

Archive of SID

خشک و نیمه خشک قرار گرفته و در این مناطق به‌دلیل کمبود منابع آب و خشکی محیط، عملکرد جو کاهش یافته و تولید موفق این زراعت را در مناطق مختلف جهان به مخاطره انداخته است (Danaiy, 2001). تریتیکاله منبع مناسبی از پروتیئن، اسیدهای آمینه و ویتامین B است و با هدف به‌دست آوردن محصولی با کیفیت بهتر از گندم و هم‌چنین محصولی که دارای قابلیت تحمل به تنش‌های زنده و غیرزنده است، بهتر از چاودار تولید شده است (Lelley, 2006). هم‌چنین تریتیکاله در مقایسه با گندم از قابلیت رشد و مقاومت بیش‌تری در شرایط دشوار برخوردار بوده و در شرایط آب و هوایی و خاک برای پهنه‌های نامناسب توصیه شده است (Khazai *et al.*, 2012). مقایسه انواع غلات سردسیری از لحاظ صفات فیزیولوژیک و ارتباط آن با مقاومت به خشکی یک راهکار برای تعیین عملکردهای کمی و کیفی است (Ritchie *et al.*, 1990). اساس کشاورزی بر عملکرد یا وزن فرآورده‌های زراعی استوار است (Li *et al.*, 2011). Nachit و همکاران (۱۹۸۶) با بررسی واکنش ارقام گندم دوروم در شرایط محدودیت آبی نشان دادند که ارتباط مستقیمی بین تعداد پنجه‌های بارور در بوته با تحمل به خشکی وجود دارد و همبستگی زیاد و معنی‌داری بین عملکرد دانه و تعداد پنجه در این شرایط وجود دارد. با توجه به این‌که اجزای عملکرد در طی مراحل مختلف رشد گیاه کامل می‌شود، لذا عوامل محیطی اثر متفاوتی بر آن‌ها می‌گذارند. در شرایط تنش آبی وزن سنبله‌های بوته، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیکی دارای اهمیت بیش‌تری می‌باشد. در هر مرحله از رشد گیاه گندم تنش خشکی می‌تواند رشد و عملکرد آن را به روش‌های مختلفی تحت تأثیر قرار دهد که بسته به مدت و شدت اعمال تنش آبی دارد (Guttieri *et al.*, 2001). Aydin و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که عملکرد دانه در گندم ناشی از اثرات تجمعی اجزای متشکل می‌باشد که این اجزا تحت تأثیر اعمال مدیریت، ژنوتیپ و اثر متقابل محیط با ژنوتیپ قرار می‌گیرد. Wang و همکاران (۲۰۱۰) اجزای عملکرد در گندم و سایر غلات را به حاصل‌ضرب تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه نسبت داده است. Collino و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند که عملکرد یک گیاه را می‌توان از طریق ماده خشک تولید شده در مزرعه یا افزایش عملکرد اقتصادی یا هر دو بالا برد. افزایش عملکرد دانه در غلات دانه‌ریز به‌طور عمده به‌علت افزایش شاخص برداشت می‌باشد. به‌عبارت دیگر در این حالت ماده خشک اضافی تولید نمی‌شود، بلکه قسمت زیادی از ماده خشک به عملکرد اقتصادی دانه اختصاص می‌یابد. نتایج آزمایش Armin و همکاران (۲۰۱۵) روی ذرت نشان داد که افزایش تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع گیاه، وزن خشک ساقه و ریشه شد. Guttieri و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که بیش‌ترین تأثیر تنش آبی بر اجزای عملکرد در وزن دانه گندم بوده است. آنها سه شرایط رطوبتی نرمال، تنش متوسط و تنش شدید را مورد آزمایش قرار دادند و بیان داشتند که وزن دانه در تنش متوسط کاهشی نداشت، اما در تنش شدید وزن دانه ۱۸ درصد کاهش نشان داد. لذا تنش رطوبتی از طریق کاهش وزن دانه موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود. هم‌چنین نتایج Nabati و همکاران (۲۰۱۶) روی سه ژنوتیپ گندم شامل (ارقام شیرودی و چمران و لاین N-80-18) نشان داد که با اعمال تنش رطوبتی عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه کاهش معنی‌داری پیدا کردند. Ardelani و همکاران (۲۰۱۵) نیز نشان دادند که اثر تنش خشکی در مرحله پس از گرده‌افشانی چهار ژنوتیپ گندم نان شامل ارقام (پیشتاز، سیوند، مرودشت و DN-11) باعث کاهش عملکرد دانه از طریق کاهش وزن هزار دانه شد. Khodabande (۱۹۹۸) بیان کرد در گیاهان رشد محدود مانند گندم و ذرت، حساس‌ترین مرحله رشد گیاه به کمبود آب، مرحله گلدهی است، زیرا تعداد گل‌های تلقیح شده و در نتیجه تعداد دانه‌ها کاهش یافته و عملکرد کم می‌شود و بعد از این مرحله در صورت برطرف شدن تنش خشکی، فرصت کافی جهت جبران را ندارد. Abdoly و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که اعمال تنش خشکی پس از گرده‌افشانی سبب کاهش عملکرد دانه و وزن هزاردانه شد ولی روی تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه بارور و نابارور و طول سنبله تأثیر نداشت. نتایج تحقیقات Keshavarznia و همکاران (۲۰۱۴) روی جو نشان داد که ارقام مقاوم ارقامی‌اند که در شرایط تنش می‌توانند با افزایش عمق ریشه، آب بیش‌تری جذب کنند و در نتیجه دارای تنظیم اسمزی بیش‌تری باشند. نتایج تحقیقات بسیاری نشان دادند که تنش رطوبتی در مراحل مختلف نمو گندم باعث کاهش عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و اجزای عملکرد دانه گندم شده است (Emam *et al.*, 2007;

www.SID.ir

Archive of SID

Gooding *et al.*, 2003). نتایج Ahmadi-Lahijani و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که با قطع آبیاری بعد از زمان گلدهی در گندم عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت کاهش یافت. بنابراین رسالت پژوهش‌گران به‌منظور یافتن راهکارهای مقابله با این عوامل محدود کننده تولید، سنگین‌تر شده و ضرورت انجام تحقیق و مطالعه پیرامون مسائل و مشکلات مربوط به خشکی بیش از پیش احساس می‌شود. هدف از این مطالعه ارزیابی تنش خشکی، بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد در برخی غلات سردسیری در شرایط کنترل شده بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در سال ۹۴-۱۳۹۳ در گلخانه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس انجام شد. عامل اول شامل غلات سردسیری در ۶ غله شامل: گندم نان رقم کوهدشت (*Triticum aestivum* L.)، گندم دوروم رقم سیمره (*Triticum turgidum* L.)، جو شش ردیفه رقم صحرا، جو دو ردیفه رقم خرم، جو لخت لاین ۱۷ (*Hordeum vulgare* L.)، تریتیکاله رقم جوانیلو (*Triticosecale wittmack* L.) و عامل دوم تنش خشکی در سه سطح شامل: عدم تنش خشکی (شاهد= ۰/۴- بار)، تنش خشکی متوسط (۱- بار)، تنش خشکی شدید (۴- بار) بودند که بر اساس منحنی رطوبتی خاک و از طریق معادله Saxton و همکاران (۱۹۸۶) محاسبه شد.

پتانسیل‌های خشکی پس از تعیین درصد رس، سیلت، شن و وزن مخصوص ظاهری خاک با استفاده از منحنی رطوبتی خاک مورد استفاده که رابطه بین پتانسیل آب خاک و رطوبت خاک را مشخص می‌کند، تعیین شد. این منحنی از طریق فرمول Saxton و همکاران (۱۹۸۶) محاسبه شد:

$$\psi m = A.\theta^{b}_{v} \qquad (۱)$$

در این رابطه ψ_m پتانسیل ماتریک برحسب بار، θ_v نسبت رطوبت حجمی برحسب سانتی‌مترمکعب آب در سانتی‌مترمکعب خاک است و از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\theta=pb\times\theta m \qquad (۲)$$

در این رابطه θ_m نسبت رطوبت وزنی و pb وزن مخصوص ظاهری خاک است. در رابطه (۱) A و B به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$A = \exp[-4.396 - 0.0715C - 4.88\times10^{-4} \times S^{2} - 4.285\times b^{-5}S^{2}C]10 \qquad (۳)$$

$$B = -3140 - 0.00222c^{2}-3.48*10^{-5}*s^{2}c$$

که در این روابط S درصد شن خاک و c درصد رس خاک است. در این آزمایش برای ترسیم منحنی رطوبتی خاک از برنامه Psaycalc استفاده شد.

عملیات کاشت در اواخر آبان ماه ۱۳۹۳ انجام شد. برای تهیه خاک از خاک مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه گنبد کاووس استفاده شد. بر اساس نتایج حاصله بافت خاک لوم سیلتی بود (جدول ۱).

بذرها در گلدان‌های پلاستیکی با محتوای پنج کیلوگرم خاک با ترکیبی از (دوسوم خاک سرند شده و یک سوم کود حیوانی برای جلوگیری از سله بستن خاک) که دارای قطر ۲۲ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر بودند کاشته شد.

جدول ۱- برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش (عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری)

Table 1- Some physical and chemical properties of the soil used in the experiment (0-30 cm depth)

خصوصیات Characteristic	هدایت الکتریکی Electrical Conductivity (dS/m)	اسیدیته pH	کربن آلی Organic carbon (%)	نیتروژن کل Total nitrogen (%)	فسفر قابل دسترس Available phosphorus (ppm)	پتاسیم قابل دسترس Available potassium (ppm)	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)
مقدار Amount	1.19	7.9	0.68	0.07	13.4	356	15	64	21

در هر گلدان ۷ بذر در عمق سه سانتی‌متر قرار داده شد و پس از سبز نمودن، با تنک کردن تعداد سه بوته در هر گلدان باقی گذاشته شد. اعمال تنش خشکی در تمامی گونه‌های غلات در مرحله گلدهی صورت گرفت. با توجه به آزمایش خاک تنها کود

www.SID.ir

Archive of SID

اوره ۴۶ درصد استفاده گردید. کود نیتروژن در اوایل کاشت قبل از جوانه‌زنی و بعد از مرحله ساقه‌دهی به‌صورت محلول استفاده شد. لازم به ذکر است که توصیه کودی برای غلات مورد آزمایش، متفاوت بوده و با توجه به متوسط آمار عملکرد ده‌ساله غلات و معرفی شده ایستگاه تحقیقات گنبدکاووس در نظر گرفته شد. بنابراین با توجه به نتایج محموله خاک ارسالی به آزمایشگاه آب و خاک گنبد کاووس، مقدار سطح کودی مطلوب برای هر غله به‌دست آمد. کود مطلوب برای گندم نان و جو لخت ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (۱۵ گرم در مترمربع)، گندم دوروم و جو دو ردیفه ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار (۱۲ گرم در مترمربع)، جو شش ردیفه ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار (۲۱ گرم در مترمربع) و تریتیکاله ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار (۲۴ گرم در مترمربع) در نظر گرفته شد. تمام گلدان‌ها روزانه تا رسیدن به ظرفیت زراعی آبیاری شدند. عملیات داشت شامل وجین به‌صورت دستی در هر گلدان، مبارزه با بیماری زنگ زرد در مرحله سنبله‌دهی با استفاده از سم تیلت (پروپیکونازول) پنج سی‌سی در یک لیتر آب و برای مبارزه با آفات سم مالاتیون به میزان چهار سی‌سی در نیم لیتر آب به‌صورت اسپری استفاده شد. مقدار دوز سم‌ها بر اساس دستورالعمل آن یک لیتر در هکتار در ۲۰۰ لیتر آب بود که به این ترتیب محلول ۵ در هزار می‌شود. بر این اساس محلول سم ۵ در هزار لیتر و محلول‌پاشی انجام شد. در ابتدا سطح کلی گلدان‌ها محاسبه و سپس محلول سم مورد نیاز تعیین و سم‌پاشی انجام شد. آبیاری به‌طور دقیق در طول فصل رشد انجام گرفت. اعمال تنش خشکی در تمامی گونه‌ها در مرحله گلدهی صورت گرفت. نحوه‌ی اعمال تنش به این صورت بود. در ابتدا برای تعیین مقادیر آب در هر گلدان مقدار ۳۰ تا ۴۰ گرم خاک در داخل آون در درجه حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و هنگامی‌که به وزن ثابت رسید (که تقریباً ۲۴ ساعت طول کشید) وزن خاک خشک تعیین شد و از این طریق میزان رطوبت خاک در هر گلدان تعیین گردید و سپس میزان آب مورد نیاز جهت رسیدن هر گلدان به ظرفیت زراعی مشخص گردید. در نهایت مجموع وزن خاک خشک، وزن گلدان خالی و آب برای پتانسیل‌های مختلف به‌عنوان وزن مرجع در نظر گرفته شد (لازم به ذکر است که وزن خاک در تمام گلدان‌ها یکسان بود). سعی شد که گلدان‌ها همیشه در ظرفیت زراعی حفظ شوند. لذا از هر تیمار چند گلدان به‌طور مرتب وزن شد و در هنگام نیاز به‌اندازه اختلاف از وزن مرجع به آن‌ها آب اضافه شد. در پایان آزمایش و پس از رسیدگی، بوته‌های گلدان‌ها، کف بر و به آزمایشگاه منتقل شدند و ارتفاع بلندترین بوته از قسمت طوقه تا انتهای ساقه بدون در نظر گرفتن ریشک، طول سنبله در بلندترین بوته بدون در نظر گرفتن ریشک با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد و تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در سنبله اصلی و تعداد دانه در سنبله‌های فرعی شمارش شدند. عملکرد دانه و بیولوژیک با استفاده از ترازوی یک صدم گرم مدل ۶۱۰- EKG ANP (ساخت کشور ژاپن) اندازه‌گیری شد. عملکرد دانه و بیولوژیک به صورت تک بوته در هر گلدان محاسبه شد و شاخص برداشت از فرمول زیر به دست آمد.

$$HI = (Y/BY) \times 100 \qquad (۴)$$

در این معادله Y[1]، عملکرد دانه (بر حسب گرم در بوته)، BY[2]، عملکرد بیولوژیک (بر حسب گرم در بوته)، HI[3]، شاخص برداشت (بر حسب درصد) می‌باشد.

تجزیه واریانس داده‌ها به رویه Proc Anova و مقایسه میانگین‌ها با کمک آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار LSD در سطح احتمال پنج درصد با نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۳ سلطانی (Sousa *et al.*, 2018) انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اثر گونه و خشکی بر تمام صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، در حالی‌که اثر متقابل گونه و خشکی برای هیچ‌کدام از صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبود (جدول ۲). این موضوع حاکی از مستقل بودن این دو عامل از هم می‌باشد.

به‌عبارت دیگر هر یک از عوامل بررسی شده به‌خودی‌خود و بدون در نظر گرفتن عامل دیگر قابل ارزیابی است. یعنی تمامی گیاهان مورد مطالعه از نظر تمامی صفات بررسی شده با هم تفاوت چشم‌گیری دارند و اثر عامل تنش خشکی در تمامی گیاهان معنی‌دار بود (جدول ۲).

1. Yield
2. Biologic Yield
3. Index .Harvast

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد غلات سردسیری تحت تأثیر تنش خشکی
Table 2- Analysis of variance of yield and yield components in winter cereals under drought stress

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات Mean Squares (MS)							
		ارتفاع بوته PH	طول خوشه LS	تعداد پنجه بارور T	تعداد دانه در سنبله اصلی NGS	تعداد دانه در سنبله‌های فرعی NGSS	عملکرد دانه GY	عملکرد بیولوژیک BY	شاخص برداشت HI
گونه Species (S)	5	2490.18**	68.69**	8.61**	198.64**	74.11**	3.17**	21.56**	259.60**
خشکی Drought (D)	2	467.48**	18.82**	14.41**	628.55**	244.22**	13.08**	39.98**	646.52**
S × D	10	16.87^{ns}	1.03^{ns}	0.45^{ns}	7.95^{ns}	9.33^{ns}	0.22^{ns}	1.94^{ns}	8.42^{ns}
خطا Error	36	8.16	0.26	0.27	9.01	6.17	0.30	1.98	5.70
ضریب تغییرات C.V	-	4.57	6.32	11.78	16.72	20.04	27.62	12.87	13.83

** و ns به ترتیب در سطح احتمال یک درصد و علامت معنی‌دار نبودن می‌باشد.
ns and** : Non-significant and significant at 1% probability levels, respectively.

ارتفاع بوته

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که دامنه تغییرات ارتفاع در بین گونه‌ها از ۴۷/۷۴ تا ۹۰/۰۲ سانتی‌متر می‌باشد که بیش‌ترین ارتفاع بوته را گندم دوروم و کم‌ترین ارتفاع بوته را جو لخت لاین ۱۷ به‌خود اختصاص داد که گندم دوروم نسبت به جو لخت لاین ۱۷، ۸۸ درصد ارتفاع بیش‌تر نشان داد (جدول ۳). هم‌چنین مقایسه سطوح مختلف تنش خشکی نشان داد که با طولانی شدن دوره تنش خشکی ارتفاع بوته کاهش یافت به‌نحوی که بیش‌ترین ارتفاع بوته را در شاهد و کم‌ترین ارتفاع بوته در تنش شدید مشاهده شد (جدول ۳). این صفت به‌شدت به محیط رشد وابسته است. بین ارتفاع بوته و طول سنبله همبستگی مثبت و نزدیکی وجود دارد (جدول ۴). محققان گزارش کردند که کاهش ارتفاع بوته در شرایط تنش خشکی ناشی از کاهش تقسیم و گسترش سلولی می‌باشد (White and Castille, 1989). هم‌چنین سایر محققین گزارش کردند که تنش خشکی بر ارتفاع بوته در گندم اثر منفی داشت (Moaveni *et al.*, 2009; Kiani *et al.*, 2004).

طول سنبله و تعداد پنجه بارور

با توجه به نتایج مقایسه میانگین، دامنه‌ی طول سنبله در بین گونه‌های غلات بین ۴/۷۳ تا ۱۱/۲۶ سانتی‌متر متغیر بود که بیش‌ترین طول سنبله را گندم دوروم و کم‌ترین را جو صحرا به‌خود اختصاص داد. در حالی‌که مقایسه میانگین در بین سطوح مختلف تنش خشکی نشان داد که بیش‌ترین طول سنبله در تیمار شاهد و کم‌ترین را در تنش شدید بود (جدول ۳).

هم‌چنین دامنه تغییرات پنجه بارور در تمامی گونه‌ها بین ۳/۳۰ تا ۵/۸۵ بود که جو خرم نسبت به جو صحرا ۷۷ درصد بیش‌تر نشان داد. از نظر تأثیر مقایسه بین سطوح مختلف تنش خشکی، شاهد بیش‌ترین تعداد پنجه بارور را و تنش شدید کم‌ترین تعداد پنجه بارور را به‌خود اختصاص داد (جدول ۳). بین طول سنبله و ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد، در حالی‌که بین پنجه بارور و طول سنبله هیچ‌گونه همبستگی وجود ندارد، در حالی‌که بیش‌ترین همبستگی بین پنجه بارور با عملکرد دانه بود (جدول ۴).

تعداد دانه در سنبله اصلی و سنبله‌های فرعی

نتایج مقایسه میانگین در سطح مختلف تنش و خشکی به‌صورت جداگانه نشان داد که با توجه به واکنش متفاوت گونه‌های غلات در شرایط تنش خشکی، تعداد دانه در سنبله‌های اصلی بین ۸/۹۲ تا ۲۲/۱۱ عدد متغیر بود. در بین گونه‌ها بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله اصلی را گندم کوهدشت و کم‌ترین تعداد دانه را جو خرم به‌خود اختصاص داد (جدول ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج مقایسه میانگین نیز نشان داد که بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله‌های فرعی در بین گونه‌ها در جو خرم نسبت به جو لخت تقریباً ۶۰ درصد کم‌تر بود (جدول ۳).

هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین در بین سطوح مختلف تنش خشکی حاکی از آن دارد که کم‌ترین تعداد دانه در سنبله اصلی و سنبله‌های فرعی در تنش شدید، به ترتیب با ۱۲/۵۸ و ۹/۲۵ عدد بود (جدول ۳). بین تعداد دانه در سنبله اصلی و طول سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود داشت، ولی بین تعداد دانه در سنبله‌های فرعی با ارتفاع بوته نه تنها همبستگی وجود ندارد بلکه رابطه منفی نیز وجود دارد (جدول ۴).

همبستگی معنی‌داری در سطح یک درصد بین سنبله‌های فرعی با عملکرد دانه مشاهده شد (جدول ۴). ارقام شش ردیفه جو به‌دلیل داشتن تعداد ردیف‌های بیش‌تر در سنبله خود، تعداد دانه بیش‌تری نسبت به ارقام دو ردیفه جو در سنبله خود می‌باشند. جو دو ردیفه به‌علت نحوه قرار گرفتن دانه‌ها در سنبله و محدود بودن دانه نسبت به سایر غلات سرمادوست، تعداد دانه‌های کم‌تری را به‌خود اختصاص داد که با نتایج Garciadel-Moral و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت دارد.

عملکرد دانه

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که دامنه تغییرات عملکرد دانه در بین گونه‌ها از ۱/۲۵ تا ۲/۵۸ گرم در بوته متغیر بود که تریتیکاله نسبت به گندم دوروم ۷۳ درصد بیش‌تر نشان داد. نتایج نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه در شاهد (عدم تنش) و کم‌ترین آن در تنش شدید مشاهده شد (جدول ۳). همبستگی بین عملکرد دانه با تمامی صفات به‌جز ارتفاع بوته، مثبت و معنی‌دار بود و بیش‌ترین همبستگی را با شاخص برداشت نشان داد. هم‌چنین بین عملکرد دانه و بیولوژیک و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد که در بین صفات اندازه‌گیری شده بیش‌ترین همبستگی را با شاخص برداشت نشان داد (جدول ۴). Aydin و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای روی ۲۵ رقم گندم در ترکیه بیان نمودند که عملکرد دانه و ارتفاع بوته نسبت به وزن هزاردانه بیش‌تر تحت تأثیر محیط می‌باشد. تنوع و تفاوت در وزن دانه و تعداد در غلات سرمادوست به‌دلیل واکنش آن‌ها به شرایط محیطی در مراحل مختلف نموی است.

عملکرد بیولوژیک

بر اساس نتایج مقایسه میانگین در بین گونه‌های غلات بیش‌ترین و کم‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک را به‌ترتیب در جو صحرا با ۱۳/۳۱ و جو لخت با ۸/۳۷ گرم در بوته بود که جو صحرا نسبت به جو لخت ۵۹ درصد بیش‌تر نشان داد (جدول ۳). هم‌چنین مقایسه میانگین بین سطوح مختلف خشکی نشان داد که شاهد بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک را با ۱۲/۸۱ و تنش متوسط با ۱۰/۷۳ گرم در بوته و کم‌ترین میزان را تنش شدید با ۹/۳۰ گرم در بوته به خود اختصاص داد (جدول ۳).

در میان صفات اندازه‌گیری شده عملکرد بیولوژیک بیش‌ترین همبستگی را با عملکرد دانه نشان داد (جدول ۴).

شاخص برداشت

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که دامنه‌ی تغییرات شاخص برداشت در بین گونه‌های غلات از ۱۱/۷۵ تا ۲۶/۷۶ درصد متغیر بود که بیش‌ترین شاخص برداشت را در گندم کوهدشت و کم‌ترین میزان را در گندم دروم نشان داد (جدول ۳). مقایسه میانگین بین سطوح مختلف تنش خشکی نشان داد که بیش‌ترین شاخص برداشت در شاهد و کم‌ترین میزان شاخص برداشت در تنش شدید بود (جدول ۳).

هم‌چنین بیش‌ترین همبستگی شاخص برداشت با عملکرد دانه بود (جدول ۴). محققان، میانگین شاخص برداشت گندم دوروم را ۲۷/۲ درصد بیان نمودند (Bakhshandeh *et al.*, 2013). محققین بیان کردند که ارتباط بین عملکرد دانه و شاخص برداشت مثبت بوده ولی بین عملکرد دانه و بیولوژیک یا ارتباطی وجود نداشته یا این ارتباط ضعیف بوده است (Morgounova *et al.*, 2010).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد غلات سردسیری تحت تاثیر تنش خشکی

Table 3- Comparison means of yield and yield components in winter cereals under drought stress

تیمار Treatment		ارتفاع بوته PH	طول خوشه LS	تعداد پنجه بارور T	تعداد دانه در سنبله اصلی NGS	تعداد دانه در سنبله‌های فرعی NGSS	عملکرد دانه GY	عملکرد بیولوژیک BY	شاخص برداشت HI
گونه Species	جو صحرا Sahra barley	47.74 ^{e}	4.73^{d}	3.30^{d}	18.07^{c}	13.21^{bc}	1.87^{bc}	13.31^{a}	12.98^{d}
	جو خرم Khoram barley	51.33 ^{d}	6.59^{c}	5.85^{a}	8.92^{d}	8.48^{e}	2.12^{ab}	11.26^{bc}	13.71^{d}
	جو لخت Hulless barley	45.74^{e}	4.88^{d}	4.61^{b}	21.33^{ab}	16.39^{a}	1.49^{cd}	8.37^{d}	16.53^{c}
	گندم دروم Durum wheat	90.02^{a}	11.26^{a}	4.02^{c}	18.66^{bc}	10.46^{de}	1.25^{d}	10.25^{c}	11.75^{d}
	گندم کوهدشت Kohdasht wheat	60.71^{c}	10.57^{b}	4.85^{b}	22.11^{a}	14.79^{ab}	2.56^{a}	10.65^{bc}	26.76^{a}
	تریتیکاله Triticale	74.94^{b}	10.50^{b}	4.11^{c}	18.61^{bc}	11.01^{cd}	2.58^{a}	11.83^{b}	21.81^{b}
	LSD $_{0.05}$	2.73	0.48	0.50	2.87	2.37	0.52	1.34	2.28
خشکی Drought	شاهد Normal	68.45^{a}	9.14^{a}	5.70^{a}	23.47^{a}	16.13^{a}	3.13^{a}	12.81^{a}	23.76^{a}
	تنش متوسط Moderate Stress	62.12^{b}	8.13^{b}	4.39^{b}	17.80^{b}	11.79^{b}	1.81^{b}	10.73^{b}	17.26^{b}
	تنش شدید Severe Stress	56.66^{c}	7^{c}	3.27^{c}	12.58^{c}	9.25^{c}	1.005^{c}	9.30^{c}	10.75^{c}
	LSD $_{0.05}$	1.93	0.34	0.35	2.03	1.67	0.37	0.95	1.61

علامت، حروف مشترک نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

HP، ارتفاع بوته برحسب سانتی‌متر LS، طول سنبله بر حسب سانتی‌متر T، تعداد پنجه بارور NGS، تعداد دانه در سنبله اصلی NGSS، تعداد دانه در سنبله‌های فرعی GY، عملکرد دانه بر حسب گرم در بوته BY، عملکرد بیولوژیک بر حسب گرم در بوته HI، شاخص برداشت بر حسب درصد

Means in each column followed by similar letter(s) are not significant difference at 5%.

HP: Plant Height, LS: Spike Length, T: Number Tillers, NGS: Number Grain per main spike, NGSS: Number Grain per Sub-Spike, GY: Grain yield, BY: Biological Yield, HI: Harvest Index.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- ضرایب همبستگی عملکرد و اجزای عملکرد در غلات سردسیری تحت تأثیر تنش خشکی

Table 4- Correlation coefficients yield and yield components in winter cereals under drought stress

صفات Traits	ارتفاع بوته PH	طول خوشه LS	تعداد پنجه بارور T	تعداد دانه در سنبله اصلی NGS	تعداد دانه در سنبله های فرعی NGSS	عملکرد دانه GY	عملکرد بیولوژیک BY	شاخص برداشت HI
PH	1							
LS	0.87**	1						
T	0.08ns	0.18ns	1					
NGS	0.24ns	0.30*	0.14ns	1				
NGSS	-0.07ns	0.01ns	0.21ns	0.72**	1			
GY	0.20ns	0.32**	0.72**	0.39**	0.36**	1		
BY	0.15ns	0.15ns	0.32*	0.27 *	0.21ns	0.62**	1	
HI	0.21ns	0.49**	0.54**	0.63**	0.53**	0.76**	0.39**	1

علامت * و ** و ns به ترتیب در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد و معنی‌دار نبودن است.

ns, * and **: Non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد که سطوح مختلف تنش خشکی موجب کاهش در تمام صفات اندازه‌گیری شده در غلات مورد بررسی نسبت به تیمار عدم تنش گردید. با این‌حال، واکنش صفات اندازه‌گیری شده در سطوح مختلف تنش یکسان نبوده است. تفاوت در واکنش گونه‌های غلات نسبت به تنش خشکی را می‌توان به تفاوت‌های ژنتیکی و سطوح تحمل‌پذیری آن‌ها نسبت داد. با توجه به نتایج این تحقیق تنش خشکی باعث کاهش شدید و قابل توجهی در عملکرد غلات مورد بررسی گردید که اثرات تنش خشکی بسته به مدت زمان اعمال تنش و مرحله رشدی گیاهان متفاوت است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بالا به‌عنوان معیارهای مهم می‌تواند در اصلاح ارقام در نظر گرفته شود. توجه به مرحله‌ای که تنش اعمال شد و روش‌های اصلاحی افزایش عملکرد در واحد سطح را بهبود خواهد بخشید.

References

Abdoly, M., Saeedy, M., Jalaly honarmand, S., Mansory far, S. and Ghobady, M.A. 2013. Evaluation of some physiological and biochemical traits and their relationship with yield and yield components in improved wheat cultivars in conditions of water stress after pollination. *Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences*, 1 (6): 47-63. (In Persian).

Ahmadi-Lahijani, M. and Emam, Y. 2013. Response of wheat genotypes to terminal drought stress using physiological indices. *Journal of Crop Production and Proccesing*, 3(9): 163-176. (In Persian).

Ardalani, Sh., Saeidi, M., Jalali Honarmand, S., Eghbal Ghobadi, M. and Abdoli, M. 2015. Effect of post anthesis drought stress on some agronomic and physiological traits related to source strength in four bread wheat genotypes. *Journal of Cereal Research*, 5: 45-65. (In Persian).

Armin, M. and Keyvanloo, A. 2015. Effects of methanol foliar application on some root and shoot morphological characteristics of corn under drought stress conditions. *Journal of Crop Production Research*, 10: 1-14. (In Persian).

Aydin, N., Mut, Z. and Ozcan, H. 2010. Estimation of broad-sense heritability for grain yield and some agronomic and quality traits of bread wheat (*Triticum astivum* L.). *Journal of Food, Agricaultural, Environment*, 8: 419-421.

Bakhshandeh, E., Soltani, A., Zeinali, E. and Ghadiryan, R. 2013. Study of dry matter and nitrogen accumulation, remobilization and harvest index in bread and durum wheat cultivars. *Journal of Crop Production*, 6 (1): 39-59. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Collino, D.J., Dardanelli, J.L., De Luca, M.J. and Racca, R.W. 2005. Temperature and water availability effects on radiation and water use efficiencies in alfalfa (*Medicago sativa.* L). *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 45: 383-390.

Danaiy, A. 2001. Determine tolerance to drought stress late season varieties and barley lines in the hot zone. *Congress Crop and Plant Breeding Sciences, Iranian*, 7: 566. (In Persian).

Emam, Y., Ranjbari, A.M. and Bahrani M.J. 2007. Evaluation of yield and yield components in wheat genotypes under post- anthesis drought stress. *Journal of Water and Soil Sicence*, 11 (1): 317-328.

Garcia-del-Moral, L.F., Garcia del Moral, M.B., Molina-Cano, J.L. and Slafer, G.A. 2003. Yield stability and development in two-and six-rowed winter barleys under Mediterranean conditions. *Field Crops Reserch*, 81: 109-119.

Gooding, M.J., Ellis, R.H., Shewry, P.R. and Schofield J.D. 2003. Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. *Journal of Cereal Sciences*, 37: 295-309.

Guttieri, M.J., Stark, J.C., Brien, K. and Souza, E. 2001. Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. *Journal of Crop Science*, 41: 327-335.

Kafi, M. and Damghani, A. 2002. Mechanisms of plant resistance to environmental stress. Press University Ferdowsi Mashhad, PP: 466-467. (In Persian).

Kalaji, H., Govindiee, M., Bosa, K., Koscielnia, K.J. and Zuk-Gokaszewska, K. 2011. Effects of salt stress on photosystem II efficiency and CO_2 assimilation of two Syrian barley Iandraces. *Environmental and Experimental Botany*, 73: 64-72.

Keshavarznia, R., Shahbazi, M., Mohammadi, V.A., Hoseini Salkade, G.H., Ahmadi, A. and Mohseni fard, A. 2014. The role of root structure and physiological traits of the barley in response to drought stress. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 45 (4): 553-563. (In Persian).

Khazai, H., Nezami, R.A., Eshghi zade, H.R., Riahi nia, SH. and Shojai, K. 2012. Characteristics of triticale germination and seedling growth under different potential impact caused by salinity and drought. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 10 (1): 33-42. (In Persian).

Khoda bande, N. 1998. Cereals. press University Tehran. 5. PP: 537. (In Persian).

Kiani, A.R., Mirlatifi, M. Homaee, M. and Gheraghi, A. 2004. Effect of different irrigation regimes and salinity on wheat yield in Gorgon region. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 11: 79-90. (In Persian).

Lelley, T. 2006. Triticale: A Low-input Cereal with Untapped Potential, PP: 398-430, In Singh, J.R. (Ed). Genetic Resources Choromosome Engineering and Crop Improvement. CRC Taylor.

Li, Q., **Liu M., Zhang, J. and Dong, B.** 2011.Biomass accumulation and radiation use efficiency of winter wheat under deficit irrigation regimes. *Journal of Plant Soil Environment*, 55 (2): 85-91.

Moaveni, P., Habibi, D. and Abasszadeh, B. 2009. Effect of drought stress on yield and yield components of four wheat cultivars in Shahr-e-Ghods. *Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 5 (1): 69-85. (In Persian).

Morgounova, A., Zykinb, V., Belanb, I., Roseevab, L., Zelenskiyc, Yu., Budakd, H. and Bekese, F. 2010. Genetic gains for grain yield in high latitude spring wheat grown in Western, Siberia in 1900–2008. *Journal of Field Crops Reserch*, 117: 101–112.

Nabati, I. and Sharifi, P. 2016. The effect of irrigation regimes on yield and yield componets of three wheat cultivars. *Journal of Crop Ecophysiology*, 10 (1): 183-200. (In Persian).

Nachit, M.M. and Jarrah, M. 1986. Association of some morphological characters to grain yield in durum wheat under Mediterranean dryland conditions. *Journal of Rachis*, 5: 33-34.

www.SID.ir

Archive of SID

Naseh ghafoori, I., Bihamta, M., Zali, A., Afzali mohamadabadi M. and Dori H.R. 2010. Effect of drought stress on yield and yield components and determination of the best drought stress index in Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Plant Production*, 4(7): 71-89. (In Persian).

Rahbarian, R., Khavari-nejad, R., Ganjeali, A., Bagheri, A.R. and Najafi, F. 2011. Drought stress effects on photosynthesis, chlorophyll fluorescence and water relations in tolerant and susceptible chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *Acta Biological Cracoviensa Botanica*, 53: 47-56.

Reynolds, M.P., Hobbs, P.R. and Braun, H.J. 2007. Challenges to international wheat improvement. *Journal of Agricultural Sciences,* 145: 223-227.

Ritchie, S.W., Nguyen, H.T. and Haloday, A.S. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Journal of Crop Sciences,* 30:105-111.

Siadat, A., Madhaj, A. and Esfahany, M. 2013. Cereals. Jahad Daneshgahi Mashhad press, PP: 352. (In Persian).

Soltani, A. 2009. The use Of SAS Software In Statistical Analysis. Jahad Daneshgahi Mashhad press, PP; 182. (In Persian).

Saxton, K.E., Rawls, W.J., Romberger, J.S. and Papendick, R.I. 1986. Estimation generalized soil water chracterristics from texture. Soil. Sci. Soc. Ame. J. 50, 1031-1036.

Wang, L., Chaen, F., Zhang, F. and Mi, G. 2010. Two strategies for achieving higher yield under phosphorus deficiency in winter wheat grown in field conditions. *Journal of Field Crops Reserch*, 118: 36-42.

White, J. and Castille, W. 1989. Relation effect of root and shoot genotype on yield of common bean under drought stress. *Journal of Crop Science*, 29: 360-362.

www.SID.ir

Archive of SID
Journal of Crop Science Research in Arid Regions/ Volume 3, Issue 1, Spring and Summer 2021, P. 177-187

Evaluation of drought stress on grain yield and yield components in some winter cereals under controlled conditions

Samieh Aghcheli[1], Ali Rahemi Karizaki[2*], Ebrahim Gholamalipour Alamdari[2], Abdollatif Gholizadeh[2], Mohsen Rezaei[3]

[1]M.Sc Graduate of Agroecology, Gonbad Kavoos University, Gonbad Kavoos, Iran
[2]Department of Plant Production, Gonbad Kavoos University, Gonbad Kavoos, Iran
[3]M.Sc Graduate of Biotechnology in Agriculture, Gonbad Kavoos University, Gonbad Kavoos, Iran

[*]Corresponding Author: Alirahemi@yahoo.com

Received: 26 July 2021 Accepted: 17 September 2021 **DOI: 10.22034/csrar.2021.296830.1110**

Abstract

In order to evaluate the effect of drought stress on grain yield and yield components in some winter cereals, a factorial experiment in completely randomized with 3 replications was conducted in greenhouse at Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavoos University. The treatments were winter cereals with 6 levels included bread wheat cultivar Kohdasht, durum wheat cultivar Seimareh, six-row barley cultivar Sahra, two-row barley cultivar Khorram, and hull less barley Line 17 and triticale cultivar Javaniloo and drought stress with 3 levels i.e., full irrigation as the control (-0.4 bar), slight water stress (-1 bar) and intensive water stress (-4 bar). Drought stress was imposed in flowering stage. The results showed that the effect of species and drought had a significant effect on all the studied traits while interaction on all studied were not significant. The results of mean comparison showed that the range of grain yield changes between species varied from 1.25 to 2.58 g per plant. The results showed that grain yield in triticale is more than durum wheat (73%). Also, the comparison between different levels of drought stress showed that with increasing drought stress, all measured traits decreased in the studied species. The results showed that grain yield, biological yield and harvest index decreased by about 32, 72 and 45%, respectively in severe stress conditions compared to the control. The results of this study showed that high biological yield and high harvest index can be considered as important criteria in breeding cultivars of plant species.

Keywords: Biological yield, Cereals, Harvest index, Morphological traits

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir