مجله علمی-پژوهشی زراعت و اصلاح نباتات ایران
جلد ١٤، شماره ٣، پاییز ١٣٩٧، صفحات ٤٦-٣٣

ISSN NO: 2008-8485

واکنش ارقام و لاین‌های جدید گندم آبی به قطع آب آبیاری آخر فصل رشد

Response of some new irrigated wheat line and cultivars to cut of terminal irrigation

بهروز اختیاری*[1] و اسماعیل نبی‌زاده[2]

تاریخ دریافت: ١٣٩٦/٠٨/١٨ تاریخ پذیرش: ١٣٩٧/٠١/٢٢

چکیده

دسترسی به آب در بسیاری از نقاط جهان محدود است و فرآیند خشکی بیشتر از هر عامل محیطی دیگری رشد گیاه و تولید محصولات زراعی را محدود می‌کند. به همین منظور در تحقیق حاضر صفات کمی و کیفی مربوط به گیاه گندم (*Triticum aestivum*) تحت تأثیر قطع آب آبیاری انتهای فصل رشد، به‌صورت طرح اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ٩٦- ٩٥ در مزرعه تحقیقاتی در شهرستان بوکان مورد بررسی قرار گرفت که فاکتور اصلی محدودیت رطوبتی (S) شامل دو سطح S1: شرایط بهینه رطوبتی و S2: محدودیت رطوبتی با قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و در صورت وقوع بارندگی، جلوگیری از بارندگی به‌وسیله باران‌گیر در مرحله پر شدن دانه بود. فاکتور دوم (C)، پنج نوع گندم آبی شامل لاین‌های C ٩٢-٥ و C ٩١-٤ و ارقام میهن، حیدری و پیشگام هستند. تیمار تنش در بلوک و ارقام گندم داخل بلوک قرار گرفتند. تنش خشکی باعث کاهش کل صفات مورد بررسی از جمله تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و بیولوژیک، وزن هزار دانه و شاخص برداشت شد. در بین آن‌ها رقم حیدری بر بقیه ارقام برتری کامل و معنی‌دار و در بعضی موارد برتری محسوسی داشت. مثلاً در وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله رقم میهن و از نظر تعداد سنبله در مترمربع رقم پیشگام بر بقیه ارقام برتری داشت. در شرایط تنش خشکی هم ارقام حیدری، میهن و پیشگام نسبت به دو رقم دیگر برتری داشتند.

کلمات کلیدی: تنش خشکی، ارقام گندم، عملکرد و اجزای عملکرد

www.iapb.kiau.ac.ir

١- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد.

٢- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد.

*- مسئول مکاتبه E-mail: kiasharmad@gmail.com

مجله علمی- پژوهشی زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج

مقدمه

غلات جزء اولین گیاهانی هستند که بشر از آن‌ها به‌عنوان غذا استفاده کرده و گندم یکی از مهم‌ترین غلات در جهان است که در مقایسه با دیگر غلات، سطح زیر کشت بالایی دارد (Essam *et al.*, 2014). غلات تأمین‌کننده‌ی ۷۰ درصد غذای مردم جهان می‌باشند و به‌طورکلی بیش از سه‌چهارم انرژی مورد نیاز بشر را تأمین می‌کنند؛ بنابراین نقش کلیدی در تغذیه و بقای بشر بر عهده دارند (ارزانی،۱۳۹۰). تقریباً ۳۵۰۰۰۰ گونه گیاهی شناخته شده است که فقط ۲۴ گونه آن‌ها (یعنی ۰۰۷ /۰٪) به‌صورت زراعی در سطح وسیع کشت می‌شوند. در این میان گندم مهم‌ترین گیاه زراعی کشت‌شده در جهان است که در حدود یک‌ششم کل اراضی قابل کشت جهان را به خود اختصاص داده است (Slafer *et al.*, 1999). گندم در بیش از ۲۵۰ میلیون هکتار از اراضی جهان کشت می‌شود و غذای اصلی بیش از ۳۵ درصد جمعیت جهان را تشکیل می‌دهد؛ بنابراین وضعیت تولید آن به‌طور مستقیم به پایداری جامعه بستگی دارد (Dai and Li, 2004; Royo *et al.*, 2005).

حدود ۳۳ میلیون هکتار از اراضی زیر کشت گندم دنیا، از جمله مناطق مدیترانه‌ای، با تنش خشکی مواجه می‌باشند و خسارت ناشی از آن در سطح جهان قابل توجه است (Majidi Fakhr *et al.*, 2011). تنش گرمای انتهای فصل یکی از مهم‌ترین عوامل غیر زیستی محدودکننده عملکرد گندم در جهان است. با توجه به پدیده گرمایش جهانی و پیش‌بینی افزایش دمای محیط تا پایان قرن جاری اهمیت این تنش روزبه‌روز فراگیرتر نیز می‌شود. تنش گرما بسیاری از فرآیندهای سلولی را متأثر می‌سازد (Farooq *et al.*, 2014).

در گذشته دور تأمین آب محدودیت اساسی در کشاورزی محسوب نمی‌شد و به همین دلیل در طراحی و تبیین برنامه آبیاری، رطوبت موجود به‌عنوان عامل بازدارنده زراعی، کمتر مورد توجه قرار می‌گرفت، اما امروزه با افزایش روزافزون تقاضا برای مصارف آب شهری و صنعتی، سهم تخصیص یافته آب به بخش کشاورزی که مصرف‌کننده عمده آب می‌باشد، به سرعت رو به کاهش است؛ بنابراین، فراهم آوردن شرایطی که محصول در برابر آب مصرفی به حداکثر برسد از مدیریت‌های اساسی در بخش کشاورزی می‌باشد. به‌عبارت‌دیگر، تغییرات اساسی باید در مدیریت و برنامه‌ریزی آبیاری انجام گیرد تا کارایی مصرف آب بهینه شود و این مسأله، نیازمند ابتکار و نوآوری می‌باشد (Kirda, 2004). کم آبیاری به‌عنوان یک راهبرد عملی و روشی اقتصادی در حصول الگوی بهینه مصرف آب به شمار می‌رود. کم آبیاری حد مجاز کاهش عملکرد در اثر کاهش مصرف آب و بالاترین میزان درآمد خالص به ازا واحد آب مصرفی را تبیین می‌کند (عزیزیان و همکاران، ۱۳۸۵). هدف اساسی کم آبیاری، افزایش راندمان مصرف آب با افزایش کفایت آبیاری است (English, 1990 ; Kirda and Kanber, 1999)؛ بنابراین، در شرایطی همانند ایران که کمبود آب و فراوانی نسبی اراضی وجود دارد، تحقیقات بیشتر در زمینه کم‌آبیاری نیاز است تا در صورت داشتن مزیت کافی، به‌عنوان گامی در جهت توسعه پایدار، این روش توصیه و رواج یابد تا منابع آب موجود با حداکثر بهره‌وری استفاده شود. از سطح ۲/۳ میلیون هکتار گندم آبی کشور حدود ۹۰۰ هزار هکتار آن در مناطق سرد می‌باشد.

در این مناطق اغلب کشاورزان به دلیل نداشتن آب کافی بهاره و یا عدم آبیاری کافی به لحاظ اختصاص آبیاری‌های آخر فصل به زراعت‌های تابستانه، نتیجه مطلوب از کشت ارقام پرتوقع به آبیاری به دست نیاورده و در نتیجه زراعت گندم دچار تنش خشکی آخر فصل می‌شود؛ بنابراین دستیابی و معرفی ارقامی که بتوانند در هر دو شرایط آبیاری معمول و یا تنش خشکی آخر فصل محصول بیشتر و مطمئن‌تری تولید کنند اهمیت بسیار زیادی پیدا می‌کند (Askar *et al.*, 2010). مراحل ظهور سنبله و گلدهی در گندم از حساس‌ترین مراحل به تنش خشکی محسوب می‌شوند (Asadi, 1999). مطالعات نشان می‌دهد که هرچه ماده خشک تولیدی که در دوره‌ای خاص تحت شرایط مطلوب تشکیل‌شده بیشتر باشد، انتظار می‌رود تنش آب در همان دوره موجب کاهش بیشتری در عملکرد شود (Kouchaki and Banayan, 1994). بر این اساس در مراحل پر شدن دانه در تیمارهای تنش رطوبتی فتوسنتز جاری گیاه کاهش یافت. علاوه بر این، تنش رطوبتی از طریق کاهش طول دوره پر شدن دانه و نقصان سرعت انتقال مواد فتوسنتزی و ذخیره‌ای در اندام‌های مختلف گیاه به سمت دانه‌ها، موجبات کاهش وزن هزار دانه را فراهم نمود. تنش آبی باعث تجزیه نشاسته و مصرف تدریجی آن می‌شود. کاهش میزان نشاسته نتیجه فعالیت آمیلازی است که منجر به افزایش قند محلول می‌شود که کاهش رشد و کاهش

www.rapd.kiau.ac.ir

عملکرد گیاه را به دنبال دارد (Condon *et al.*, 2004). به‌طورکلی چندین منبع کربوهیدراتی در تأمین مواد فتوسنتزی هنگام پر شدن دانه شرکت دارند که عبارت‌اند از: ۱) فتوسنتز جاری برگ‌ها و بخش‌های سبز گیاه ۲) کربوهیدرات‌های تولیدی قبل و پس از گلدهی که (Azhand *et al.*, 2016; Tatar *et al.*, 2015). در دوره پیش از گلدهی و دو هفته پس از گلدهی که شرایط برای فتوسنتز و تولید مساعدتر است، تولید مواد پرورده بیش از نیاز گیاه است. در این حالت مواد فتوسنتزی مازاد عمدتاً در ساقه انباشته شده و در مراحل بعدی رشد، به دانه انتقال می‌یابد (مادح خاکسار و همکاران، ۱۳۹۳). همچنین دو صفت تعیین‌کننده میزان مشارکت ساقه در تأمین مواد پرورده برای دانه است که عبارت‌اند از: (الف) توانایی ساقه برای ذخیره‌سازی مواد پرورده و (ب) کارایی انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای به دانه. میزان توان ساقه برای ذخیره‌سازی مواد فتوسنتزی بستگی به طول و چگالی وزنی ساقه دارد. با توجه به تفاوت در طول و چگالی وزنی میانگره‌ها گندم به نظر می‌رسد که مقادیر متفاوتی از کربوهیدرات‌ها در میانگره‌های مختلف ساقه گندم ذخیره شود (Azhand *et al.*, 2015).

اثر تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه‌ها بسیار بارز است، چون عملکرد بالقوه وابسته به وزن هزار دانه است که خود نیاز به تجمع مواد فتوسنتزی در دانه‌ها دارد. مواد جمع شده در دانه‌ها از دو منبع تأمین می‌شود که یکی از طریق فتوسنتز و دیگری انتقال مواد غذایی از سایر قسمت‌های گیاه به دانه است. قسمتی از مواد فتوسنتزی قبل از گرده‌افشانی ساخته می‌شود و در ساقه یا سایر اعضای گیاه ذخیره شده و سپس به دانه‌های در حال تشکیل منتقل می‌شود ولی قسمت اعظم مواد ساخته شده در دانه‌ها بعد از گرده‌افشانی ساخته می‌شود (Gupta, 1995).

استفاده از ارقام متحمل به خشکی، از جمله راهکارهای مناسب و عملی در کاهش آثار منفی تنش آخر فصل بر عملکرد دانه گندم است. در این راستا بررسی واکنش ارقام مختلف گندم به تنش خشکی و مطالعه صفات و فرایندهای فیزیولوژیک مرتبط با تحمل به خشکی و تغییرات آن‌ها ضروری است. با چنین آزمایش‌هایی می‌توان در اصلاح ارقام مقاوم به شرایط کم‌آبی جهت دستیابی به حداکثر عملکرد پیشرفت حاصل نمود. ازآنجاکه بسیاری از مناطق ایران با کمبود بارندگی و یا آب آبیاری در دوره پر شدن دانه گندم روبرو است، طی سال‌های اخیر برنامه‌های به نژادی بسیاری برای دستیابی به ارقام گندم متحمل به خشکی انتهای فصل شروع شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت مزرعه‌ای در طی سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان بوکان واقع در روستای ناچیت بخش سیمینه با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۳۲۲ متر از سطح دریا، به‌صورت اسپلیت پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی شامل دو کرت اصلی و پنج کرت فرعی در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی رطوبتی (S) شامل دو سطح S1: شرایط بهینه رطوبتی و S2: محدودیت رطوبتی با قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و در صورت وقوع بارندگی، جلوگیری از بارندگی به‌وسیله باران‌گیر در مرحله پر شدن دانه بود. فاکتور دوم (C)، پنج نوع گندم آبی شامل ارقام C ۹۲-۵، C ۹۱-۴، میهن، حیدری و پیشگام بودند. ارقام به‌گونه‌ای انتخاب شدند که دارای تنوع مورفولوژیکی و ژنتیکی باشند. میهن گندمی زمستانه و مخصوص مناطق سردسیر بوده و از لاین گندم زمستانه C-84-8 با پدیگری Bkt/90-Zhong 87 که از برنامه‌های هیبریداسیون داخلی ایجاد گردیده، حاصل شده و مقاوم به خوابیدگی، زنگ‌ها، دارای حدود ۱۱ درصد پروتئین، وزن هزار دانه ۴۳ گرم و متوسط عملکرد آن ۷۸۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال). حیدری دارای تیپ رشدی بینابین بوده و مبدأ آن اردبیل می‌باشد. مخصوص مناطق سردسیر بوده و با Ghk"s"/Bow"s"//90Zhong 87/3/Shiroodi حاصل دو رگ بین گندم شیرودی و Ghk"s"/Bow"s"//90Zhong87 در کرج می‌باشد و مقاوم به خوابیدگی، زنگ زرد، دارای حدود ۱۱/۵ درصد پروتئین، وزن هزار دانه ۴۱ گرم و متوسط عملکرد آن ۷۱۵۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. گندم پیشگام برای کشت در مناطق سرد کشور معرفی شده است و بخش عمده‌ای از اراضی آبی استان آذربایجان غربی را به خود اختصاص داده است و مقاوم به خوابیدگی، زنگ‌ها، دارای حدود ۱۱/۲ درصد پروتئین، وزن هزار دانه ۴۶ گرم و متوسط عملکرد آن ۸۷۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. ارقام C۹۲-۵ و C ۹۱-۴ در سال‌های اخیر از دورگ‌های داخلی و

www.iapb.kiau.ac.ir

لاین‌های مرکز بین‌المللی سیمیت تهیه شده‌اند و برای کشت در مناطق معتدل و معتدل سرد کشور اصلاح می‌شوند (مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال). بذر ارقام فوق از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر استان آذربایجان غربی، بخش تحقیقات غلات تهیه شد. عملیات کاشت و اعمال هر یک از تیمارهای کودی در اواخر مهرماه سال ۱۳۹۵ و هر رقم در ۹ خط ۶ متری با فاصله خطوط ۲۰ سانتیمتر و تراکم ۴۰۰ بذر در مترمربع انجام شد. از خاک محل اجرای آزمایش، نمونه‌هایی قبل از هر گونه عملیات زراعی از اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر برداشت شده و تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی روی آن انجام شد و از این نتایج جهت تعیین معادله کودی مناسب استفاده شد که نتایج آن در جدول ۱ ذکر شده است. با توجه به نتایج تجزیه خاک در هنگام کاشت ۹۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاس مصرف شد. در بهار نیز در مرحله ساقه‌رفتن کود اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شد. به‌منظور جلوگیری از تبادل آب بین کرت‌های آبیاری و تنش، فاصله بین دو کرت و نیز فاصله بین تکرارها ۳ متر در نظر گرفته شد. اولین آبیاری پس از کاشت به زمین داده شد و عملیات داشت و مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی (وجین) به‌طور یکسان در کلیه کرت‌ها انجام شد. در ضمن آبیاری آخر در پایان مرحله گلدهی و بر اساس مقیاس فیکس ۱۰,۵۳ و زادوکس ۶۸ انجام گرفت. در برداشت نهایی، از هر کرت آزمایشی با در نظر گرفتن اثر حاشیه (در هر کرت دو ردیف کناری و دو گیاه از طرفین خطوط میانی به‌عنوان اثر حاشیه حذف و بقیه گیاهان به‌عنوان جامعه آماری در نظر گرفته شد)، تعداد ۱۰ نمونه به‌طور تصادفی برداشت (کف بر کردن) گردید و اندازه‌گیری صفات مورد نظر به‌صورت زیر انجام شد:

ابتدا با خط‌کش ارتفاع بوته‌ها و ارتفاع بوته در هر کرت با برش بوته‌ها از سطح زمین و اندازه‌گیری طول آن‌ها از سطح ۲ مترمربع، محاسبه شده و پس از جداسازی کاه و دانه و توزین دانه، عملکرد دانه به دست آمد. تعداد سنبله در واحد سطح با شمارش سنبله‌های سطح یک مترمربع در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک انجام شده تا از ریزش دانه به دلیل حرکت در کرت جلوگیری شود (Hobbs, P.R. and Sayre, K.D. 2001). با استفاده از ۳۰ سنبله تصادفی از هر کرت در مرحله رسیدگی کامل، نسبت به شمارش تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع اقدام شد. وزن هزار دانه با نمونه‌گیری تصادفی از عملکرد دانه هر کرت و شمارش تعداد ۵۰۰ دانه در دو نوبت و توزین آن‌ها، به دست آمد. برای تعیین عملکرد بذر، بذرهای جمع‌آوری‌شده از یک مترمربع در هریک از کرت‌ها توزین و بعد از محاسبه و تبدیل به عملکرد برای هر کرت ثبت گردید و وزن خشک کل بوته‌های برداشت شده از یک مترمربع (بر حسب گرم) به‌عنوان عملکرد بیولوژیک در نظر گرفته شد. سپس میزان آن در هکتار محاسبه و ثبت گردید. با داشتن عملکرد بذر و عملکرد بیولوژیک که هر دو هم واحد و بر حسب کیلوگرم در هکتار ثبت شده بودند، شاخص برداشت دانه با استفاده از فرمول

۱۰۰× (عملکرد بیولوژیک/عملکرد دانه) = شاخص برداشت دانه (درصد)

و بر حسب درصد به دست آمد.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی محل انجام آزمایش، طی سال زراعی ۱۳۹۵.

Table 1. Some Physical and Chemical Properties of the research farm soil, during 1395.

بافت خاک Soil texture	عمق Depth (cm)	PH (گل اشباع)	EC (ds/m)	نیتروژن Nitrogen (%)	فسفر Phosphorus (ppm)	پتاسیم Potassium (ppm)	روی Zinc (ppm)	آهن Iron (ppm)	مس Copper (ppm)
لومی شنی (sandy loam)	0-30	7.8	0.65	0.12	5.6	510	4.36	8.11	1.35

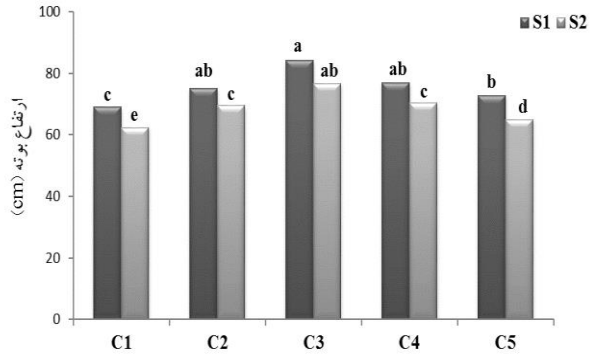
نتایج

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تنش خشکی و اثر متقابل تنش و رقم در سطح احتمال ۵ درصد و همچنین اثر رقم در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳). ارتفاع ساقه در شرایط تنش خشکی مرحله پر شدن دانه نسبت به شرایط آبیاری نرمال کاهش معنی‌داری را نشان می‌دهد. در شرایط تنش شدید خشکی، ارتفاع ساقه حدود ۹ درصد کاهش داشته است (شکل ۱). این امر می‌تواند ناشی از کاهش فتوسنتز و در نتیجه کاهش تولید آسیمیلات ها در شرایط

www.iapb.kiau.ac.ir

تنش کم‌آبی در این مرحله بوده و نهایتاً دریافت مواد فتوسنتزی کمتر برای ساقه باشد. رقم حیدری در شرایط عدم تنش و تنش انتهای فصل رشد، بیشترین ارتفاع ساقه و رقم میهن در هر دو شرایط، کمترین ارتفاع ساقه را داشتند. کافی و رستمی (۱۳۸۶) نیز گزارش کردند ارتفاع بوته‌ها در اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد و هرچه شدت تنش خشکی بیشتر شود، ارتفاع بوته کاهش بیشتری خواهد داشت. آن‌ها علت کاهش ارتفاع در شرایط تنش را به کاهش سرعت رشد نسبت داده و بیان کردند هرچه به انتهای فصل رشد نزدیک‌تر شویم تنش تأثیر کمتری بر ارتفاع می‌گذارد. ارتفاع بوته کمتر عملکرد بیشتری را در شرایط تنش به دنبال دارد.

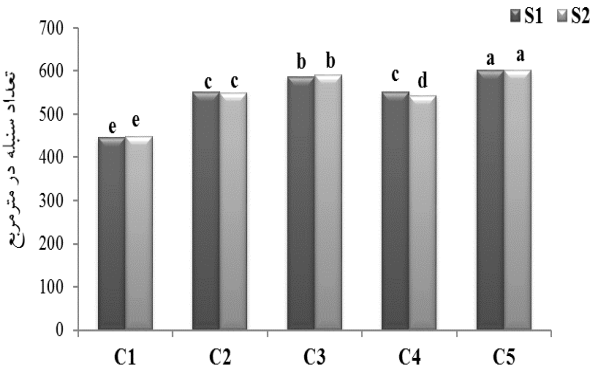


شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری (S1 آبیاری کامل و S2 عدم آبیاری مرحله پر شدن دانه) و ارقام گندم (C1: میهن، C2: C92-5، C3: حیدری، C4: C91-4 و C5: پیشگام) ارتفاع بوته گندم (حروف غیرمشابه نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است).

Figure 1. Comparison of the intermediate effects of irrigation levels (S1 full irrigation and S2 irrigation, grain filling stage) and wheat cultivars (C1: Homeland, C2: C92-5, C3: Heidari, C4: C91-4 and C5: pioneering). Height Wheat plant (non-identical letters indicate a significant difference in the probability level of 5%).

تعداد سنبله در مترمربع

تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر تعداد خوشه در مترمربع در مرحله پر شدن دانه در ارقام گندم نداشت؛ اما اثر رقم و اثر متقابل تنش و رقم در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۳). در بین این ارقام، رقم پیشگام بیشترین تعداد خوشه در مترمربع و رقم میهن کمترین این صفت را دارا بودند (شکل ۲). تعداد سنبله در واحد سطح صفتی است که توسط تعداد پنجه بارور تعیین می‌شود و عوامل مختلفی از جمله دمای هوا در دوره پنجه‌زنی بر آن تأثیر دارد (McLeod *et al.*, 1992). در مورد این صفت تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای تنش و عدم تنش وجود نداشت. این عدم تفاوت، به زمان اعمال تنش در این آزمایش که در مراحل انتهایی رشد گندم بود نسبت داده می‌شود. به نظر می‌رسد چون این جزء از عملکرد در مراحل ابتدایی‌تر رشد گیاه شکل می‌گیرد، تنش اعمال‌شده در مراحل انتهایی رشد بر آن بی‌تأثیر بوده است. مجیدی فخر و همکاران (Majidi Fakhr *et al.*, 2011) نیز تفاوت بین تعداد سنبله در واحد سطح گندم را در شرایط مطلوب و تنش خشکی انتهای فصل غیر معنی‌دار گزارش نمودند. بااین‌حال، در تحقیق صورت گرفته در نیشابور، قطع آبیاری از مرحله سنبله دهی به بعد باعث کاهش تعداد سنبله در واحد سطح شد (Jafarnezhad *et al.*, 2013).



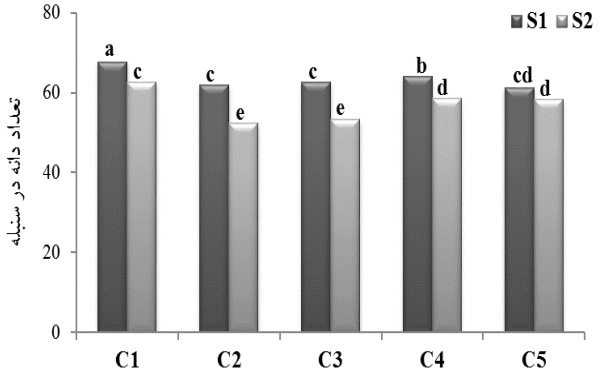
شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری (S1 آبیاری کامل و S2 عدم آبیاری مرحله پر شدن دانه) و ارقام گندم (C1: میهن، C2: C92-5، C3: حیدری، C4: C91-4 و C5: پیشگام) بر تعداد سنبله در مترمربع گندم (حروف غیرمشابه نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است).

Figure 2. Comparison of the intermediate effects of irrigation levels (S1 irrigation, S2 irrigation, grain filling stage) and wheat cultivars (C1: Homeland, C2: C92-5, C3: Heidari, C4: C91-4 and C5: Pioneering). Number of spikes per square meter of wheat (non-identical letters indicate a significant difference in the probability level of 5%).

تعداد دانه در سنبله

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تنش خشکی در سطح احتمال پنج درصد و اثر رقم و اثر متقابل تنش و رقم در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳). از نظر تعداد دانه در سنبله در بین ارقام مورد استفاده مشاهده شد که رقم میهن بیشترین و رقم حیدری و C91-4 کمترین تعداد دانه در سنبله در شرایط تنش و عدم تنش خشکی مرحله پر شدن دانه را داشتند. تنش خشکی انتهای فصل باعث کاهش میانگین تعداد دانه در سنبله در مقایسه با شرایط بدون تنش شد (شکل ۳). کاهش تعداد دانه در سنبله می‌تواند ناشی از عقیمی گلچه‌ها، مرگ‌ومیر گلچه‌ها و اختلال در پر شدن دانه‌ها باشد (Destfal *et al*, 2009). نتایج مشابهی مبنی بر کاهش تعداد دانه در سنبله ناشی از تنش خشکی آخر فصل توسط پژوهشگران گزارش

شده است (Ahmadi Lahijani *et al.*, 2013). در تحقیق نباتی و شریفی (۱۳۹۵) اعمال تنش آخر فصل در ژنوتیپ‌های مورد بررسی موجب کاهش شدید تعداد دانه در سنبله گردید.

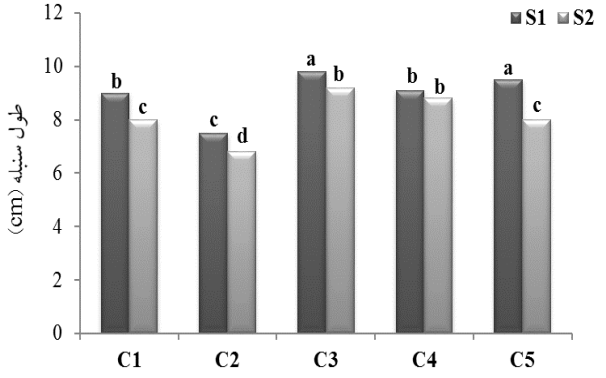


شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری (S1 آبیاری کامل و S2 عدم آبیاری مرحله پر شدن دانه) و ارقام گندم (C1: میهن، C2: C92-5، C3: حیدری، C4: C91-4 و C5: پیشگام) بر تعداد دانه در سنبله گندم (حروف غیرمشابه نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است).

Figure 3. Comparison of the intermediate effects of irrigation levels (S1 irrigation, S2 irrigation, grain filling stage) and wheat cultivars (C1: Homeland, C2: C92-5, C3: Heidari, C4: C91-4 and C5: pioneering). Number of seeds per wheat spike (non-identical letters indicate a significant difference in the probability level of 5%).

طول سنبله

جدول تجزیه واریانس طول سنبله نشان می‌دهد که اثر ساده تنش خشکی مرحله پر شدن دانه در سطح احتمال پنج در صد همچنین اثر رقم و اثر متقابل تنش خشکی و رقم در سطح احتمال یک درصد از نظر طول سنبله اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۳). تنش در مرحله پر شدن دانه سبب کاهش عملکرد دانه در مقایسه با شرایط عدم تنش در تمامی ارقام مورد استفاده در آزمایش شد (شکل ۴). اثر تنش خشکی بر کاهش طول سنبله در پژوهش‌های دیگر هم گزارش شده است (Nikseresht *et al.*, 2014). در نتیجه می‌توان گفت با افزایش سن گیاه و تسریع پیری و ریزش برگ‌ها بخصوص در شرایط تنش مواد پرورده تولید شده در برگ‌ها پاسخگوی نیاز دانه‌ها نبوده و بنابراین کربن مورد نیاز برای پر کردن دانه‌ها توسط سایر منابع تأمین‌کننده کربن از جمله فتوسنتز سنبله و پدانکل (به دلیل داشتن سطح سبز بیشتر و نزدیکی به سنبله) تأمین می‌شود (احمدی و همکاران، ۱۳۸۷). ارقام حیدری و پیشگام دارای طول سنبله بیشتری نسبت به ارقام C۹۲-۵ و C۹۱-۴ و رقم میهن در شرایط نرمال داشتند درحالی‌که در شرایط تنش مرحله دانه‌بندی در رقم پیشگام بیشتر از همه ارقام مورد استفاده نسبت به شرایط نرمال بود؛ اما کاهش در طول سنبله رقم C۹۱-۴ در شرایط تنش خشکی کمتر از بقیه ارقام مورد استفاده بود.



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری (S1 آبیاری کامل و S2 عدم آبیاری مرحله پر شدن دانه) و ارقام گندم (C1: میهن، C2: C92-5، C3: حیدری، C4: C91-4 و C5: پیشگام) بر طول سنبله گندم (حروف غیرمشابه نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است).

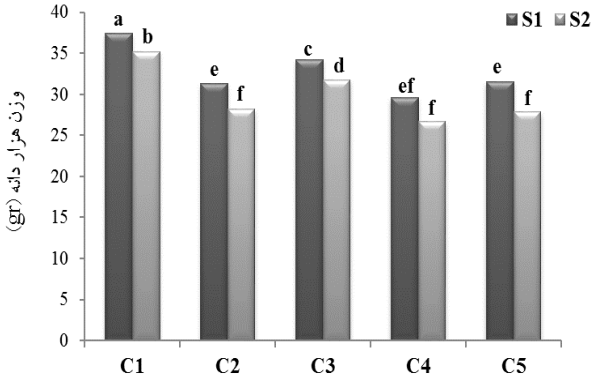
Figure 4. Coparison of the interactions between irrigation levels (S1 irrgation and S2 irrigation, grain filling stage) and wheat ultivars (C1: Homeland, C2: C92-5, C3: Heidari, C4: C91-4 and C5: Pioneering). Wheat spike length (non-identical letters indicate a significant difference in the probability level of 5%).

وزن هزار دانه

میانگین وزن هزار دانه به‌طور معنی‌داری بین ارقام مختلف مورد استفاده در آزمایش متفاوت بود (جدول ۳). به‌طورکلی وزن دانه با سرعت و مدت پر شدن دانه ارتباط دارد (Dastfal *et al.*, 2011). تنش خشکی آخر فصل باعث کاهش ۶/۵ درصدی میانگین وزن دانه‌ها در رقم میهن و کاهش ۱۰ درصدی وزن دانه‌ها در رقم C۹۱-۴ شد. به نظر می‌رسد کاهش وزن هزار دانه در نتیجه کاهش فتوسنتز و عدم توزیع مناسب مواد ذخیره‌ای عوامل کاهش‌دهنده وزن هزار دانه در شرایط تنش یا کاهش عملکرد و وزن هزار دانه در این آزمایش در شرایط تنش خشکی مرحله پر شدن دانه‌ها باشد. از مقایسه دو صفت تعداد سنبله در واحد سطح و وزن هزار دانه می‌توان نتیجه گرفت که برخلاف تعداد سنبله در واحد سطح که تحت تأثیر تنش انتهایی فصل رشد قرار نگرفت، وزن هزار دانه تأثیرپذیری بالایی از عدم آبیاری در مراحل دوره پر شدن دانه داشت. موافق با نتایج حاضر عبدلی و سعیدی (Abdoli and Saeidi, 2012) گزارش کردند که وقوع تنش خشکی در گندم کاهش بیشتر وزن هزار دانه را در مقایسه با دیگر اجزای عملکرد به دنبال داشت. در مرحله پر شدن دانه مواد فتوسنتزی به دانه‌ها منتقل می‌شوند، بنابراین هرگونه کاهش

www.rabi.ac.ir

در میزان آب قابل دسترس گیاه موجب کوچک و لاغر شدن دانه‌ها می‌گردد (Dalvandi *et al.*, 2013).

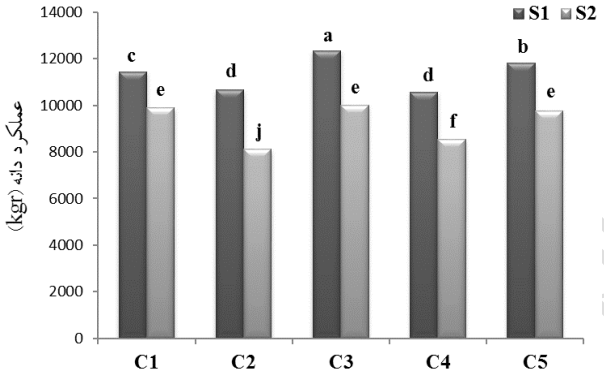


شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری (S1 آبیاری کامل و S2 عدم آبیاری مرحله پر شدن دانه) و ارقام گندم (C1: میهن، C2: C 92-5، C3: حیدری، C4: C-91-4 و C5: پیشگام) بر وزن هزار دانه گندم (حروف غیرمشابه نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است).

Figure 5- Comparison of the interactions between irrigation levels (S1 full irrigation and S2 non-irrigation, grain filling stage) and wheat cultivars (C1: Homeland, C2: C 92-5, C3: Heidari, C4: C-91-4 and C5: pioneering). On 1000-grain weight of wheat (non-identical letters indicate a significant difference at the probability level of 5%).

عملکرد دانه

جدول تجزیه واریانس عملکرد سنبله نشان می‌دهد که اثر تنش خشکی مرحله پر شدن دانه، همچنین اثر رقم و اثر متقابل تنش خشکی و رقم در سطح احتمال یک درصد از نظر عملکرد دانه معنی‌دار بودند (جدول ۳). رقم حیدری در شرایط عدم تنش بیشترین عملکرد معنی‌دار دانه نسبت به بقیه ارقام را داشت و در شرایط تنش نیز بیشترین عملکرد را داشت اما نسبت به ارقام C۹۲-۵ و C۹۱-۴ این افزایش معنی‌دار نبود. در شرایط تنش آخر فصل ارقام میهن، حیدری و پیشگام نسبت به ارقام C۹۲-۵ و C۹۱-۴ میزان کاهش عملکرد بیشتری را داشتند. در اثر تنش خشکی انتهای فصل میانگین کل عملکرد دانه نسبت به شرایط معمول در ارقام گندم حدود ۱۸/۵ درصد کاهش یافت (شکل ۶). ثبات نسبی عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی در رقم حیدری ممکن است به دلیل ارتفاع زیادتر بوته، ذخایر بیشتر هیدرات‌های کربن در ساقه و امکان بهره‌گیری از آن در هنگام پر شدن دانه‌ها در شرایط کمبود رطوبت (انتقال مجدد کربوهیدرات‌های ذخیره ای به سمت دانه) باشد (Mirtaheri *et al.*, 2010). خشکی باعث کاهش میزان فتوسنتز جاری شده و سهم انتقال مجدد را در پر کردن دانه افزایش می‌دهد؛ بنابراین ارقامی که کارایی بیشتری در انتقال مجدد مواد فتوسنتزی داشته باشند، در شرایط تنش آبی متحمل کاهش کمتری در عملکرد شده و مقاومت بیشتری نسبت به خشکی خواهند داشت (Yang *et al.*, 2000). دستفال و همکاران (Dastfal *et al.*, 2009) نیز با قطع آبیاری در مراحل نهائی رشد یعنی در مرحله گرده‌افشانی، شیری شدن و خمیری شدن دانه نشان دادند که به دلیل افزایش شدت تنش خشکی در مراحل حساس پر شدن دانه، عملکرد دانه کاهش قابل توجهی پیدا کرد. با ورود گندم به مرحله پر شدن دانه به‌تدریج از میزان بارندگی‌ها کاسته شده و از طرفی دمای هوا، تبخیر و تعرق و در نتیجه نیاز آبی گندم افزایش می‌یابد. پس گیاه تا حدودی با کمبود آب مواجه شده و حدی از تنش خشکی و گرمایی را تجربه می‌کند که این امر می‌تواند سبب کاهش سرعت فتوسنتز (Golabadi *et al.*, 2015) و تسریع پیری برگ‌ها (Martinez *et al.*, 2003) شود. بدین ترتیب، فتوسنتز جاری برای پر کردن دانه کافی نبوده و نیاز مقصد برای پر کردن دانه از طریق انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره‌شده تأمین می‌گردد (Yang *et al.*, 2006; Koocheki *et al.*, 2014; Zhang *et al.*, 2015).



شکل ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری (S1 آبیاری کامل و S2 عدم آبیاری مرحله پر شدن دانه) و ارقام گندم (C1: میهن، C2: C92-5، C3: حیدری، C4: C91-4 و C5: پیشگام) بر عملکرد دانه گندم (حروف غیرمشابه نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است).

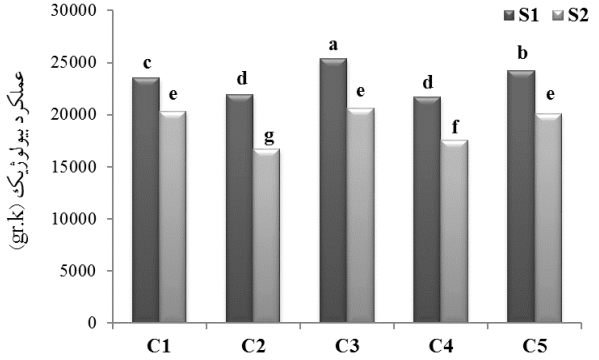
Figure 6- Comparison of the interactions between irrigation levels (S1 irrigation and S2 irrigation, grain filling stage) and wheat cultivars (C1: Homeland, C2: C92-5, C3: Heidari, C4: C91-4 and C5: pioneering). Wheat grain yield (non-identical letters indicate a significant difference at the probability level of 5%).

عملکرد بیولوژیک

تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن است که تیمارهای تنش خشکی و ارقام مورد بررسی و همچنین اثر متقابل تنش و رقم اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد بیولوژیک داشتند (جدول ۳). به‌طوری‌که تیمار تنش مرحله پر شدن دانه باعث کاهش عملکرد بیولوژیک ارقام گندم شد. در شرایط نرمال رقم حیدری با میانگین ۲۵۳۸۴ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و ارقام C۹۲-۵ و C۹۱-۴ با میانگین ۲۱۹۱۵ و ۲۱۹۱۷ کیلوگرم در

هکتار، کمترین عملکرد بیولوژیک را دارا بودند. بیشترین عملکرد بیولوژیک در شرایط تنش مربوط به ارقام حیدری، میهن و پیشگام با میانگین ۲۰۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بود که در اثر اعمال تنش خشکی انتهای فصل، ارقام C92-5 و C۹۱-۴ مورد استفاده در آزمایش کاهش عملکرد بیشتری داشتند (شکل ۷).

بهات و راوو (Bhatt *et al.*, 2005) در تحقیقی، دلیل کاهش بیوماس گیاهی و وزن خشک کل را به‌واسطه تنش خشکی را کاهش رشد گیاه، کاهش شدت فتوسنتز و پیری زودرس برگ‌ها گزارش کردند. کمبود آب در مرحله گلدهی و گرده‌افشانی، باعث کاهش تولید ماده خشک از طریق نمو غیرطبیعی کیسه جنینی، عقیمی دانه گرده و در نهایت کاهش تعداد دانه‌های بارور می‌شود (Farooq *et al.*, 2014).



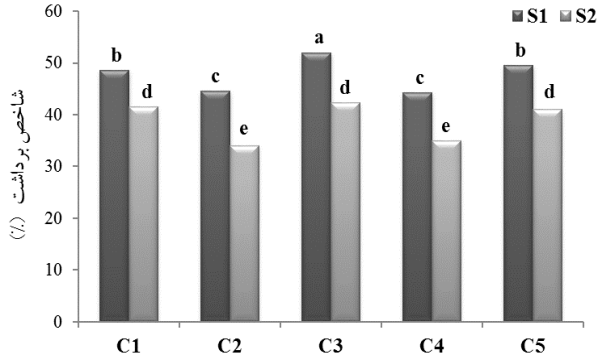
شکل ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری (S1 آبیاری کامل و S2 عدم آبیاری مرحله پر شدن دانه) و ارقام گندم (C1: میهن، C2: C92-5، C3: حیدری، C4: C91-4 و C5: پیشگام) بر عملکرد بیولوژیک گندم (حروف غیرمشابه نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است).

Figure 7- Comparison of the interactions between irrigation levels (S1 irrigation and S2 irrigation, grain filling stage) and wheat cultivars (C1: Homeland, C2: C92-5, C3: Heidari, C4: C91-4 and C5: pioneering). Biological function of wheat (non-identical letters indicate a significant difference at the probability level of 5%).

شاخص برداشت

تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که تیمارهای تنش خشکی و ارقام مورد بررسی و همچنین اثر متقابل تنش و رقم اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر شاخص برداشت داشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار تنش خشکی مرحله پر شدن دانه باعث کاهش شاخص برداشت در همه ارقام مورد بررسی شد، به‌طوری‌که بیشترین میزان شاخص برداشت در شرایط تنش مربوط به ارقام حیدری، میهن و پیشگام بود و ارقام C۹۲-۵ و C۹۱-۴ مورد استفاده کمترین مقدار شاخص برداشت را به خود اختصاص دادند. درعین‌حال ارقام مورد بررسی در شرایط نرمال آبیاری اختلاف معنی‌داری با همدیگر نشان دادند، به‌طوری‌که رقم حیدری با میانگین ۵۲ بیشترین و لاین‌ها با میانگین ۴۴ کمترین میزان شاخص برداشت را داشتند (شکل ۸). با توجه به اینکه در این بررسی تنش خشکی در دوره پر شدن دانه‌ها اعمال شد، باعث گردید که عملکرد دانه با شدت بیشتری نسبت به عملکرد بیولوژیک کاهش یابد و همین امر منجر به کاهش شاخص برداشت شد.

در تحقیق بهمنی و همکاران (۱۳۹۵) شرایط تنش، کاهش بیشتر عملکرد دانه در مقایسه با کاهش عملکرد بیولوژیک (به ترتیب ۴۰ درصد و ۳۲ درصد کاهش برای عملکرد دانه و بیولوژیک) موجب گردید که شاخص برداشت در شرایط خشکی در مقایسه با شرایط بدون تنش کاهش یابد.



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری (S1 آبیاری کامل و S2 عدم آبیاری مرحله پر شدن دانه) و ارقام گندم (C1: میهن، C2: C92-5، C3: حیدری، C4: C91-4 و C5: پیشگام) بر شاخص برداشت گندم (حروف غیرمشابه نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است).

Figure 8- Comparison of the intermediate effects of irrigation levels (S1 irrigation, S2 irrigation, grain filling stage) and wheat cultivars (C1: Homeland, C2: C92-5, C3: Heidari, C4: C91-4 and C5: pioneering). Wheat harvest index (non-identical letters indicate a significant difference at the probability level of 5%).

شاخص فرناندز

فرناندز در بررسی عملکرد ارقام در دو محیط نرمال و تنش، ژنوتیپ‌ها را از نظر نوع تظاهر در هرکدام از دو وضعیت تنش و فاقد تنش به چهار گروه زیر تقسیم کرد: الف(گروه A: ژنوتیپهائی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد خوب و بالایی دارند ب) گروه B: ژنوتیپ‌هایی که فقط در محیط بدون تنش عملکرد خوبی دارند ج) گروه C: ژنوتیپهائی که عملکرد بالائی را در محیط تنش دارا هستند. د) گروه D: ژنوتیپهائی که در هر دو محیط عملکرد پایینی دارند. بهترین معیار گزینش برای تنش، معیاری است که بتواند گروه A را از دیگر گروه‌ها

تشخیص دهد. وی در بررسی راه‌های شناسایی ژنوتیپ‌های گروه A، شاخص‌های تحمل به تنش[1](STI) و معیار میانگین هندسی بهره‌وری[2](GMP) را معرفی نمود (سیدی و همکاران، ۱۳۹۰).

Y_P عملکرد بالقوه در محیط بدون تنش و Y_s عملکرد بالقوه در محیط تنش و $\bar{Y}_P$ میانگین عملکرد در محیط بدون تنش و $\bar{Y}_s$ میانگین عملکرد در محیط تنش می‌باشند.

$$STI = \frac{(Ys)(Yp)}{(\bar{Y}_P)^2}$$

$$GMP = \sqrt{(Ys)(Yp)}$$

مقادیر بالاتر شاخص‌های GMP و STI یک رقم، نشان‌دهنده تحمل بیشتر به خشکی و عملکرد بالقوه بالای آن رقم بوده وبر این اساس مطابق نتایج (جدول ۲) رقم حیدری با شاخص تحمل به تنش ۱۰۲۳۰,۷ کیلوگرم در هکتار و شاخص میانگین هندسی بهره‌وری ۱۱۲۳۶,۹ کیلوگرم در هکتار در برابر خشکی آخر فصل رشد، متحمل‌ترین رقم بوده و بالاترین عملکرد را داشته است.

بحث و نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج این تحقیق، اعمال تنش خشکی بر روی گیاه گندم، سبب کاهش ارتفاع بوته ارقام گندم در مرحله دانه‌بندی شد. در میان ارقام رقم حیدری کمترین تأثیر را پذیرفت. در شرایط مطلوب رطوبتی، پدانکل بلندتر به دلیل ارتباط منفی آن با اندازه سنبله صفتی در جهت کاهش عملکرد به نظر می‌رسد، اما در تیمار تنش ارقام دارای پدانکل بلندتر و خوشه کوچک‌تر دانه‌های درشت‌تری تولید کردند. بنابراین پدانکل بلندتر در این تیمار با مقاومت به خشکی همراه بود. در تیمار تنش پدانکل بلند به‌واسطه قابلیت ذخیره مواد فتوسنتزی می‌تواند در بهبود عملکرد مؤثر باشد. همچنین اعمال تنش خشکی بر روی گیاه گندم، سبب کاهش تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت شد. در شرایط تنش تعداد سنبله در مترمربع تحت تأثیر تنش قرار نگرفت اما تعداد دانه در هر سنبله تحت تأثیر تنش قرار گرفته است، بلوم (Blum, 1998) معتقدند که ثبات نسبی بیشتر تعداد سنبله در مترمربع بدان دلیل است که این جزء از عملکرد از لحاظ فنولوژیکی اولین جزء عملکرد بوده و تنش خشکی در مراحل بعدی نمو گیاه شروع می‌شود و تأثیر کمتری بر آن دارد.

می‌توان گفت که در برنامه‌های اصلاح گندم به‌منظور کشت در شرایط آبی باید لاین‌های با سنبله‌های بزرگ‌تر را انتخاب کرد. همبستگی معنی‌دار بین تعداد دانه در هر سنبله با عملکرد و عدم همبستگی بین عملکرد و تعداد سنبله در مترمربع نکته فوق را تأیید می‌کند و نشان می‌دهد که با حفظ تراکم فعلی و افزایش تعداد دانه در هر سنبله هرچند وزن دانه کاهش می‌یابد اما با افزایش عملکرد همراه خواهد بود. سنبله‌های بزرگ‌تر به مفهوم تعداد دانه بیشتر و مخازن بزرگ‌تر بوده و ممکن است امکان ذخیره مواد فتوسنتزی بیشتری را داشته باشد و از این طریق سهم مواد فتوسنتزی در دانه نسبت به کل اندام هوایی افزایش می‌یابد که با افزایش شاخص برداشت همراه است.

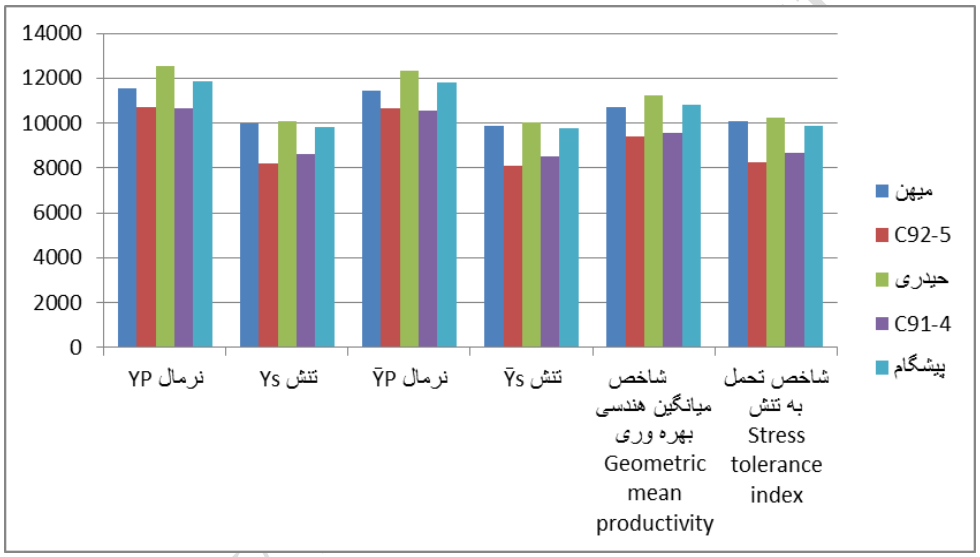
کاهش شاخص برداشت تحت تنش خشکی در این آزمایش نشان می‌دهد که تأثیر تنش بر تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه بیشتر از اثر آن بر تولید این مواد بوده است و در شرایط تنش خشکی به‌واسطه کاهش شاخص برداشت بخش قابل توجه‌ای از پتانسیل عملکرد آزاد نمی‌شود. تنش خشکی از طریق تأثیر بر اجزاء عملکرد و کاهش ظرفیت مقصد (کاهش اندازه دانه) مانع از تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه شده و یا اینکه دانه در شرایط تنش قادر به جذب مواد فتوسنتزی نبوده است (کاهش وزن دانه). پس می‌توان گفت که عامل اصلی پایین بودن شاخص برداشت در ارقام دارای مقادیر کمتر این شاخص در این منطقه پایین بودن وزن است. کاهش وزن دانه ممکن است به دلیل کاهش قدرت دانه در جذب مواد فتوسنتزی و یا کاهش تعداد سلول‌های آندوسپرمی دانه و کاهش ظرفیت دانه تحت تنش خشکی باشد. بهر حال به نظر می‌رسد که این‌گونه اثرات تنش خشکی به‌ویژه در دمای بالا بسیار شدیدتر است. بالا بودن شاخص برداشت در ارقام جدید در شرایط بدون تنش به‌واسطه سنبله‌های بزرگ‌تر در این ارقام و استفاده از مواد فتوسنتزی تولیدشده بود. در شرایط تنش نیز بالا بودن شاخص برداشت در ارقامی مانند حیدری به دلیل سنبله‌های کوچک‌تر این ارقام و پر شدن دانه در شرایط محدودیت مواد فتوسنتزی تحت تنش هست. بنابراین در کل در هر دو شرایط شاهد و تنش تعادل بین مبدأ و مقصد مواد فتوسنتزی به بهبود شاخص برداشت کمک می‌کند. بر اساس نتایج این آزمایش رقم حیدری بهترین رقم برای کشت آبی می‌باشد.

www.iapb.kiau.ac.ir

جدول ۲- شاخص‌های تحمل به تنش (STI) و معیار میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) ارقام و لاین‌ها

Table2- Stress tolerance indices and geometric mean of productivity of cultivars and lines

واریته ها	میهن	C ۹۲-۵	حیدری	C ۹۱-۴	پیشگام
نرمال Y_P	11561	10710	12524	10643	11868
تنش Y_s	9963	8220	10082	8633	9822
نرمال $\bar{Y}_P$	11446.3	10661.3	12342	10569	11798.6
تنش $\bar{Y}_s$	9896.3	8116.3	10015.6	8526.3	9773.3
شاخص میانگین هندسی بهره وری Geometric mean productivity	10732.3	9382.8	11236.9	9585.5	10796.6
شاخص تحمل به تنش Stress tolerance index	10062.8	8257.5	10230.7	8693.4	9879.8



شکل ۹- شاخص‌های تحمل و معیار میانگین هندسی بهره‌وری ارقام و لاین‌ها

Figure 9- of stress tolerance indices and geometric mean of productivity of cultivars and lines

جدول ۳- تجزیه واریانس مقادیر صفات ارتفاع بوته، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، طول خوشه (cm).

Table 3. Analysis of variance of plant height, number of spikes per square meter, number of seeds per spike, spike length (cm).

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS) ارتفاع بوته Plant height	تعداد سنبله در مترمربع number of spikes per square meter	تعداد دانه در سنبله grain number per spike	طول سنبله Cluster length
تکرار (Replication)	2	4.525	10.90	2.50	0.633
تنش (Stress)	1	353.633*	16.133	313.63*	5.208*
اشتباه کرت اصلی (Error main plots)	2	4.758	5.633	3.63	0.233
رقم (Cultivar)	4	184.721**	22043.05**	60.117**	4.583**
تنش * رقم (Stress * cultivar)	4	1.071*	35.217**	12.717**	0.292**
اشتباه کرت فرعی (Error Sub plots)	16	0.277	1.058	0.317	0.037
ضریب تغییرات(C.V)		0.73	0.19	0.93	2.26

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار، در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۴- تجزیه واریانس مقادیر صفات وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت.

Table 4. Analysis of variance of 1000 seed weight, grain yield, biological yield and harvest index.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS) وزن هزار دانه thousand seed weight	عملکرد دانه grain yield	عملکرد بیولوژیک biological yield	شاخص برداشت harvest index
تکرار (Replication)	2	0.014	36123.7	157699.43	0.9
تنش (Stress)	1	61.92**	33003638.5**	139458704.13**	598.53**
اشتباه کرت اصلی (Error main plots)	2	0.100	28095.23	123063.63	1.03
رقم (Cultivar)	4	63.959**	3813274.21**	16164689.55**	73.71**
تنش * رقم (Stress * cultivar)	4	0.540**	210107.62**	880307.55**	2.78**
اشتباه کرت فرعی (Error Sub plots)	16	0.025	8027.96	33450.07	0.175
ضریب تغییرات(C.V)		0.51	0.87	0.86	0.96

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار، در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می‌باشد.

www.iapb.kiau.ac.ir

References

فهرست منابع

ارزانی، ا. ۱۳۹۰. اصلاح گیاهان زراعی. (ترجمه؛ اسلیپر، د.آ. و پولمن، ج .م). انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۶۲۸ صفحه.

بهمنی، ک.، ع. ایزدی دربندی و ا. اکبری. ۱۳۹۵. اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام سنتتیک مقاوم به خشکی و اکوتیپ های رازیانه (Foeniculum vulgare Mill). دو فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران. ۲۴(۲): ۲۶۳-۲۴۹.

سیدی، ج.، ع. نبی پور و س. وزان.۱۳۹۰. تعیین شاخص‌های تحمل به خشکی در نخود زراعی تحت شرایط استرس کم‌آبی انتهای فصل رشد. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی. ۱۱:۱۱۴-۹۸

عزیزیان، ا.، ع. سپاس خواه، ع. توکلی و م. زیبایی. ۱۳۸۵. بهینه‌سازی اقتصادی آب آبیاری و کود نیتروژن برای گندم در مقادیر مختلف بارندگی (در منطقه مراغه)، مجله علوم آب‌وخاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی). ۴: ۴۵-۵۸.

کافی، م. و م. رستمی. ١٣٨٦. اثر تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن ارقام گلرنگ در شرایط آبیاری با آب‌شور. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۵(۱): ۱۲۱-۱۳۱.

مادح خاکسار، آ.، ا. نادری، ا. آینه بند و ش. لک. ۱۳۹۳. برهمکنش کم آبیاری و قطع آب بر توزیع مجدد مواد ذخیره‌ای، فتوسنتز جاری و رابطه آن با عملکرد ذرت دانه‌ای. مجله فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۶ (۲۱): ۵۳-۶۸.

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

Asadi, H., 1999. Determination of susceptibility coefficient of wheat to water stress in different stages of vegetative growth in Karaj area, M.Sc. Thesis of Pedology, Agricultural Department, Tehran University .

Askar, M., A. Yazdansepas and A. Amini. 2010. Evaluation of winter and facultative bread wheat genotypes under irrigated and post-anthesis drought stress conditions. Seed and Plant Improvement Journal, 26-1(3), 313-329.

Azhand, M., M. Saeidi, M. Abdoli and M. Khas-Amiri. 2015. The impact of source limitations on yield formation, storage capacity and contribution of stem reserves to the growing grains of modern barley cultivars under post-anthesis water deficiency. Plant Knowledge Journal 4: 13-24.

Bhatt, R. M. and N.K. Roa. 2005. Influence of pod load on response of okra to water stress. Indian Journal of Plant Physiology 10: 54- 59.

Blum, A. 1998. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. Euphytica. 100: 77-83.

Condon, A. G., R. A. Richard, G. J. Rebetzke and G. D. Farquhar. 2004. Breeding for high wateruse efficiency. J. Exp. Bot. 55: 2247-2459.

Dai, L. J. and Z. Q. Li. 2004. Comparative and functional genomics of wheat. Acta Botany Boreal-Occident Sinica 24: 949-953.

Dastfal, M., V. Barati, Y. Emam, H. Haghighatnia and M. Ramazanpou. 2011. Evaluation of grain yield and its components in wheat genotypes under terminal drought stress conditions in darab region. Seed and Plant, 27: 195-217.

Dastfal, M., V. Brati, F. Nvabi, and H. Haghighatnia. 2009. Effect of terminal drought stress on grain yield and its components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes in dry and warm conditions in south of Fars province. Seed and Plant Production Journal. 25(3): 329-344.

English, M. 1990. Deficit irrigation I. An analytical framework. Journal of Irrigation and Drainage Engineering-ASCE, 116: 399-412.

www.jap.kiau.ac.ir

Essam, A., and A. El-Lattief. 2014. Determining the optimization seeding rate for improved productivity of wheat under southern Egypt conditions. International Journal of Agronomy and Agricultural Research. 4: 47-57.

Farooq, M., M. Hussain and K.H Siddique. 2014. Drought stress in wheat during flowering and grain-filling periods. Critical Reviews in Plant Sciences, 33: 331-349.

Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Proceedings of the International Symposium on "Adaptation of vegetables and other food crops in temperature and water stress". Taiwan. 13-16 Aug. 257-270 pp.

Golabadi, M., P. Golkar, and B. Bahari. 2015. Remobilization assay of dry matter from different shoot organs under drought stress in wheat (*Triticum aestivum* L.). Agronomy Research 13: 1202-1214.

Gupta, V. S. 1995. Production and Improvement of Crop for Drylands. Oxford and IBH Publication Co. New Delhi. 431 pp.

Hobbs, P.R. and K.D Sayre. 2001. Managing experimental breeding trials. In: Reynolds, M.P., J.I. Oritz-Monascrio and A. McNab,(eds). Application of physiology in wheat breeding. Mexico, D.F. CIMMYT: 48-58.

Jafarnezhad, A., H. Aghaie and G. Najafian. 2013. Effective traits on grain yield of wheat genotypes under optimal irrigation and drought stress during reproductive phase. J. Applzied Crop Breed., 1: 11-22.

Kirda, C and R. Kanber. 1999. Water no longer a plentiful resource, should be used bsparingly in irrigated agriculture. In: C. Kirda, P. Moutonnet, C. Hera and D.R. Nielsen, eds. Crop Yield Response to Deficit Irrigation, Dordrecht, the Netherlands, Kluwer Academic Publishers.

Kirda, H. 2004. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, 612pp.

Kouchaki, A., M. Banayan Aval. 1994. Physiology of Crop Plants. Mashhad Jahad University Publication, 380p.

Majidi Fakhr, F., F. Paknejad, MN. Ilkaei and M. Khanpour Kanzagh. 2011. Evaluation of tolerance to end season drought stress in fall wheat cultivars using stress tolerance indices in karaj zone. J. Crop Prod. Res., 3: 257-267.

Martinez, D. E., V.M. Luquez, C.G. Bartoli and J.J. Guiamét. 2003. Persistence of photosynthetic components and photochemical efficiency in ears of water-**stressed** wheat (*Triticum aestivum*). Journal of Plant Physiology 119: 1-7.

McLeod, J.G., GA. Compbell, F.B. Dyck, and C.L. Vera. 1992. Optimum seeding date for winter wheat in southwestern Saskatchevan. Agron. J., 84: 86-90.

Mirtaheri, M., S. Syadat, M.S. Najafi, G. Fathi, and S. Khalil Alami. 2010. Effect of drought stress in remobilization of dry matter in five varieties of bread wheat. Iranian Journal of Field Crops Research. 2(8): 308-314.

Nikseresht, R., A. Mohammadi, E. Majidi Heravan and K. Mostafavi. 2014. Evaluation of some advanced wheat lines (F7) in normal and drought stress conditions. Agroeco., 6: 97-107.

Royo, C., M. Miloudi, N. Fonze, J.L. Di Arraus, W.H. Pfeiffer and Slafer, G. A. 2005. Durum wheat breeding current approaches and future strategies. Vol 1. Editors: Food product press.

Slafer, A. G., and E. H. Satorre. 1999. An introduction to physiological-ecological analysis of wheat yield. In: Satorre, E. H., and G. A. Slafer. (Eds). Wheat. Ecology and physiology of yield determination. Food product press. Newyork. pp: 3-12.

Tatar, Ö., H. Brück and F. Asch. 2015. Photosynthesis and remobilization of dry matter in wheat as affected by progressive drought stress at stem elongation stage. Journal of Agronomy and Crop Science 202: 292-299.

Yang, J. and J. Zang. 2006. Grain filling of cereals under soil drying. New Phytologist 169: 223-236.

Yang, J., J. Zhang, Z. Huang, Q. Zhu, and L. Wang. 2000. Remobilization of carbon reserves is improved by controlled soil drying during seed filling of wheat. Crop Science. 40: 1645-1655 .

www.iabkiau.ac.ir

ISSN NO: 2008-8485

Journal of Agronomy and Plant Breeding
Vol 14. No. 3, 2018

Iranian Journal of Agronomy & Plant Breeding Islamic Azad University, Karaj Branch

Response of some new irrigated wheat line and cultivars to cut of terminal irrigation

B. Ekhtiari*[1] and A. Nabizadeh[1]

Received date: 09 November 2017 Accepted date: 11 April 2018

Abstract

Access to water is limited in many parts of the world and the drought process is more than any other environmental factor is limiting plant's growth and crop production. In this study, quantitative and qualitative traits of Triticum aestivum (*Triticum aestivum*) under irrigation at the end of the growing season, as a randomized complete block design with three replications, were conducted at a Research Field in Bukan County was studied. The main factor of moisture restriction (S) was two levels of S1: optimal moisture conditions and S2: Moisture constraint with irrigation cut off at the seed filling stage and in the event of rainfall, preventing precipitation by drainage during the filling stage.The second factor (C) is five types of wheat, including lines C92-5 and C91-4 and cultivars Mihan, Heidari and pishgam. Tension treatments at the block and wheat cultivars in the block were placed. Drought stress reduced the total traits (plant height, internode length, panicle length, number of seeds per spike, grain yield and biology, 1000 grain weight and harvest index). Among the cultivars used in this experiment, Heidari variety was superior to other cultivars in terms of traits, and in some cases it had a significant superiority. For example, in the weight of a thousand seeds and number of seeds per spike, the cultivar Mihan and the number of spikes per square meter, the pioneer was superior to the rest of the cultivars. In conditions of drought stress, heydari, Mihan and pishgam cultivars were superior to the other two cultivars.

Keywords: Drought stress, wheat cultivars, yield and yield components.

www.iapb.kiau.ac.ir

1- Islamic Azad University, Mahabad Branch, Department of Agronomy, Mahabad, Iran.
* Corresponding Author: kiasharmad@gmail.com