Archive of SID

تأثیر رژیم‌های کم آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و تعیین بهترین شاخص ارزیابی تحمل به خشکی سه رقم گندم نان

حمید دهقان‌زاده[۱]، محمدرضا خواجه‌پور[۲]، حسین حیدری شریف‌آباد[۳] و علی سلیمانی[٤]

چکیده

به منظور بررسی تأثیر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و شاخص‌های مقاومت به خشکی در سه رقم گندم نان (*Triticum aestivum* L.)، آزمایشی در سال‌های زراعی ۸۴-۱۳۸۳ و ۸۵ - ۱۳۸۴ در مزرعه دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان به صورت کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار به اجرا درآمد. کرت‌های اصلی شامل زمان آبیاری (آبیاری پس از ۷۰، ۹۰ و ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشک تبخیر کلاس A) و کرت‌های فرعی شامل ارقام گندم (مهدوی، قدس و بک‌کراس روشن) بودند. تیمارهای آبیاری پس از ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی، از نظر اکثر صفات اندازه‌گیری شده عملکرد و اجزای عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری نداشتند. افزایش فاصله آبیاری از ۹۰ به ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی سبب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه و اجزای آن شد، اما بر راندمان مصرف آب تأثیری نداشت. ارقام آزمایشی از نظر تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند، به طوری که ارقام قدس و بک‌کراس‌روشن به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله و هم‌چنین دارای کمترین و بیشترین وزن هزار دانه و عملکرد دانه بودند. بر اساس شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش، رقم قدس از پایداری عملکرد بالاتری برخوردار بود. بر اساس نتایج این بررسی، در شرایط مشابه با مطالعه حاضر می‌توان گندم را پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A آبیاری نمود که در این صورت ضمن ۲۲ درصد صرفه‌جویی در آب آبیاری مصرفی، عملکرد دانه نزدیک به تیمار ۷۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی حاصل می‌شود.

واژه‌های کلیدی: گندم نان، رژیم‌های آبیاری، تنش خشکی، عملکرد دانه، اجزای عملکرد دانه.

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۳/۷ تاریخ پذیرش: ۸۸/٦/۱۹

۱- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نراق

۲- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- دانشیار مؤسسه ثبت و گواهی نهال و بذر تهران

٤- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاداسلامی واحد خوراسگان

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه و بررسی منابع

در ایران کم آبی و خشکی همواره یکی از مهم‌ترین مشکلات بخش کشاورزی بوده و در نتیجه بررسی تأثیر تنش خشکی بر روی گیاهان زراعی از اهمیت خاصی برخوردار است. خشکسالی سال زراعی ۷۸ – ۱۳۷۷ در ایران کاهش‌هایی در حدود ۲ میلیون هکتار در سطح کاشت و ۵ میلیون تن در تولید محصولات زراعی به جای گذاشت (بی‌نام، ۱۳۷۹). هرچند پیشرفت‌های ژنتیکی در عملکرد دانه در شرایط مطلوب و تنش در طی چند دهه گذشته به وضوح دیده شده است، اما جستجو در مورد اختلافات ژنتیکی و معیارهای انتخاب مؤثر بیشتر، به‌خصوص تحت شرایط تنش باید ادامه یابد (١٤).

توکلی (۱۳۸۲) در آزمایشی بر روی ارقام گندم در مراغه، با انجام تیمارهای آبیاری کامل (آبیاری پس از ۵۰ درصد تخلیه رطوبت خاک)، دو سوم آبیاری کامل، یک سوم آبیاری کامل و شرایط دیم، گزارش کرد که تیمار آبیاری اثر معنی‌داری بر تعداد سنبله در واحد سطح دارد و با افزایش آب مصرفی، تعداد سنبله بیشتری در واحد سطح تولید شد.

گوتیری[1] و همکاران (۲۰۰۱) در آزمایشی با اعمال تیمارهای تنش خشکی شامل آبیاری کامل (آبیاری به صورت یک بار در هفته)، تنش متوسط بعد از پنجه‌زنی (آبیاری به صورت یک هفته در میان) و تنش شدید (عدم آبیاری از آخر اردیبهشت تا رسیدگی)، اثر معنی‌دار تیمارهای آبیاری را بر تعداد دانه در سنبله گزارش کردند.

سالمی و افیونی (١٣٨٤) گزارش کردند که با مصرف آب آبیاری به میزان ۸۰ درصد تبخیر و تعرق، وزن هزار دانه ارقام گندم کاهش معنی‌داری نداشت، درحالی که با مصرف آب آبیاری به میزان ٦٠ درصد تبخیر و تعرق، وزن هزار دانه به‌طور معنی‌دار کاهش یافت.

فیشر و مائورر[2] (۱۹۷۸) بیان داشتند که قطع آبیاری از ٦٩ روز قبل از گرده افشانی تا ۱۰ روز قبل از گرده افشانی، باعث کاهش عملکرد ارقام گندم به میزان ١٤ تا ٦٣ درصد شد. این کاهش بیشتر از طریق کاهش تعداد دانه در سنبله ایجاد گردید، در حالی‌که نورمند و همکاران (۲۰۰۱) کاهش وزن دانه را علت اصلی کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش گزارش کردند. این تفاوت‌ها می‌تواند به دلیل اختلاف در شرایط محیطی و ارقام آزمایشی باشد.

تنش خشکی باعث کاهش ماده خشک تولیدی بواسطهٔ پیری و ریزش برگهای پایینی‌گندم می‌شود (۸، ۲۰). با این حال، ناکاگامی[1] و همکاران (٢٠٠٤) گزارش کردند که با انجام آبیاری تا ۸۰ درصد ظرفیت زراعی، ماده خشک کل ،کاهش معنی‌داری نیافت که علت آن را کمی شدت تنش، افزایش توسعه سیستم ریشه‌ای و سرعت فتوسنتز خالص بیشتر در این تیمار بیان نمودند. علی و همکاران (۱۹۹۹) و سالمی و افیونی (١٣٨٤) نیز افزایش شاخص برداشت در شرایط تنش را گزارش کردند. کاهش رشد رویشی می‌تواند توضیحی برای شاخص برداشت بالاتر در شرایط تنش باشد (۱۲). در حالی که برخی دیگر از بررسی‌ها، کاهش شاخص برداشت در شرایط تنش را به دلیل کاهش تعداد سنبله بارور، تعداد کمتر دانه در سنبله و وزن دانه کمتر گزارش کرده‌اند (۱۱).

جانسون و همکاران (١٩٨٤) در یک آزمایش گلخانه‌ای با اعمال تیمار عدم آبیاری به مدت ١٤ روز بعد از پنجه‌زنی، کاهش راندمان مصرف آب در شرایط تنش را گزارش کردند. آنها کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی را به دلیل کاهش راندمان مصرف آب بیان کردند. در حالی که سالمی و افیونی (١٣٨٤) در مطالعه خود تأثیر معنی‌دار تیمارهای کم آبیاری بر راندمان مصرف آب گزارش کرده‌اند. آن‌ها بیان کردند که با کاهش مصرف آب آبیاری، راندمان مصرف آب افزایش یافت، به طوری‌که تیمار مصرف آب آبیاری به میزان ٦٠ درصد تبخیر و تعرق دارای بیشترین راندمان مصرف آب و تیمار مصرف آب آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق، دارای کمترین راندمان مصرف آب بود.

شاخص تحمل تنش[1] از جمله شاخص‌هایی است که اختلاف عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط مطلوب و تنش‌زا را نشان می‌دهد (۱۰). مقادیر بالاتر این شاخص نشان‌دهنده پایداری بیشتر ارقام به تنش می‌باشد. این شاخص با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

1. Guttieri
2. Fischer and Maurer

1. Nakagami
2. Stress Tolerance Index (STI)

www.SID.ir

Archive of SID

(۱)

$$STI = \frac{Ysi \times Ypi}{(\overline{Y}p)^2}$$

در این رابطه، Y_{pi} عملکرد دانه رقم i در شرایط مطلوب و Y_{si} عملکرد دانه در شرایط تنش و $\overline{Y}_P$ میانگین عملکرد همه ارقام در شرایط مطلوب می‌باشد. فیشر و مائور (۱۹۷۸) شاخص حساسیت به تنش[1] را به منظور بررسی تغییرات عملکرد دانه در شرایط مطلوب و تنش پیشنهاد کردند. مقادیر کمتر این شاخص نشان دهنده پایداری بیشتر ارقام به تنش می‌باشد. این شاخص با استفاده از رابطه (۲) محاسبه می‌شود.

(۲)

$$SSI=[1-Y_{si}/Y_{pi}]/D$$

در این رابطه D شدت تنش خشکی بوده و از رابطه (۳) محاسبه می‌گردد.

(۳)

$$D=1-(\overline{Y}_s/\overline{Y}_p)$$

در رابطه (۳)، $\overline{Y}_p$ و $\overline{Y}_s$ به ترتیب میانگین عملکرد همه ارقام در شرایط مطلوب و تنش می‌باشند.

با توجه به کمبود آب در اصفهان و اختصاص آب آبیاری به محصولات اقتصادی‌تر نظیر صیفی‌جات، دستیابی به حد آستانه کاهش مصرف آب آبیاری، امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. علاوه بر این از واکنش ارقام گندم به رژیم‌های مختلف آبیاری تحت شرایط اصفهان اطلاعات کافی و جامعی وجود ندارد. بنابراین در مطالعه حاضر واکنش سه رقم گندم مورد کاشت در منطقه به رژیم‌های کم آبیاری از لحاظ عملکرد و اجزای عملکرد دانه و شاخص‌های مقاومت به خشکی بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال‌های زراعی ۱۳۸٤- ۱۳۸۳ و ۱۳۸۵-۱۳۸٤ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان اصفهان انجام گرفت. ارتفاع محل آزمایش ۱۵۵۵ متر از سطح دریا می‌باشد. خاک محل اجرای طرح دارای بافت لوم سیلتی رسی[2]، pH حدود ۷/۵ و EC حدود ۲/۷ دسی زیمنس بر متر بود. آزمایش به صورت طرح آماری کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. عامل اصلی شامل آبیاری پس از ۷۰ (I_1)، ۹۰ (I_2) و ۱۱۰ (I_3) میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشک تبخیر کلاس A و عامل فرعی شامل ارقام قدس، مهدوی و بک‌کراس‌روشن بودند. هر کرت فرعی شامل ۱۲ خط کاشت شش متری با فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. فواصل کرت‌های فرعی از یکدیگر یک متر و فواصل کرت‌های اصلی از یکدیگر دو متر در نظر گرفته شد. نیاز کودی با توجه به تجزیه خاک، به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اکسید فسفر (p_2o_5) از منبع سوپر فسفات تریپل و مقدار ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به صورت قبل از کاشت و هم‌چنین ۷۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به صورت سرک از منبع اوره و در هنگام شروع رشد بهاره تأمین گردید. کاشت با دست و تراکم حدود ٤۰۰ بذر در متر مربع و در هر دو سال در تاریخ ۱۵ آبان صورت گرفت. در طول دوره رشد، مراقبت‌های زراعی به‌طور یکنواخت برای همه کرت‌های آزمایشی انجام گردید. تیمارهای آبیاری در طول رشد برای همه تیمارها به طور منظم اعمال شدند. تیمارهای آبیاری نیز از هنگام شروع رشد بهاره اعمال گردید. به‌منظور تعیین مقدار آب در هر آبیاری، در مراحل ساقه‌رفتن، گرده‌افشانی و پر شدن دانه، عمق توسعه ریشه از طریق نمونه‌برداری با حفر پروفیل در کنار ریشه گیاه و به طور تصادفی از پلات‌های اصلی برآورد و سپس با استفاده ار رابطه (٤) میزان آب مصرفی در هر آبیاری جهت کرت‌های اصلی برآورد و در هنگام آبیاری از طریق سرریز به کرت‌ها وارد گردید (٤).

(٤)

$$VW=[(FC-SM).\ Bd.\ D.\ A]$$

در این رابطه VW حجم آب مصرفی در هر آبیاری (بر حسب متر مکعب)، FC درصد وزنی رطوبت خاک در ظرفیت زراعی، SM درصد وزنی رطوبت خاک در هنگام نمونه‌برداری، Bd جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)، D عمق توسعه ریشه گیاه (متر) و A مساحت کرت اصلی (متر مربع) می‌باشد. برای مشخص کردن درصد وزنی رطوبت خاک به منظور محاسبه میزان آب مورد نیاز، از سه قسمت مختلف هر کرت نمونه‌هایی تا عمق توسعه ریشه با مته برداشته شد و بلافاصله وزن مرطوب آن توزین و سپس به‌مدت ۱۲ ساعت در آون با حرارت ۱۱۰ درجه سلسیوس خشک گردید (۵). در مرحله برداشت، تعداد پنجه نابارور، تعداد سنبله در واحد

1. Stress Susceptible Index (SSI)
2. Clay Silty Loam

www.SID.ir

Archive of SID

سطح، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و وزن خشک، روی نمونه های برداشت شده از مساحت یک متر مربع از خطوط وسط هر کرت با رعایت حاشیه تعیین شد. شاخص برداشت[1] با تقسیم وزن دانه به کل ماده خشک اندام‌های هوایی محاسبه گردید. راندمان مصرف آب[2] از طریق تقسیم عملکرد دانه به مقدار آب مصرف شده محاسبه شد. شاخص تحمل به تنش بر اساس روش فرناندز[3] (۱۹۹۲) و شاخص حساسیت به تنش بر اساس روش فیشر و مائورر (۱۹۷۸) برای هر رقم محاسبه گردید. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab انجام گرفت. در صورت معنی‌دار بودن اثر عامل آزمایشی، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

تعداد پنجه‌های بارور

تیمار آبیاری تأثیر معنی‌داری بر تعداد پنجه‌های نابارور داشت (جدول۱). تیمار آبیاری پس از ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر اختلاف معنی‌داری در تعداد پنجه‌های نابارور نداشتند، اما با تأخیر آبیاری به ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر، تعداد پنجه‌های نابارور افزایش معنی‌داری یافت (جدول۲). این نتایج با گزارش توکلی (۱۳۸۲) هماهنگ می‌باشد. ظاهراً افزایش فاصله دو آبیاری از طریق مرگ اندام‌های جنسی گل‌های سنبله و افزایش رقابت بین پنجه‌های اولیه و ثانویه موجب کاهش تعداد پنجه‌های بارور گردیده است (۸).

ارقام، اختلاف معنی‌داری در تعداد پنجه‌های نابارور داشتند (جدول۱)، به طوری که ارقام بک‌راس‌روشن و قدس به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد پنجه نابارور بودند (جدول ۲).

تعداد سنبله

تیمار آبیاری تأثیر معنی‌داری بر تعداد سنبله در واحد سطح داشت (جدول۱). تیمار آبیاری پس از ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر، اختلاف معنی‌داری بر تعداد سنبله نگذاشت، اما با تأخیر آبیاری به ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر، تعداد سنبله در واحد سطح کاهش معنی‌داری یافت (جدول۲). ظاهراً با کاهش فاصله دو آبیاری، شرایط رطوبتی مناسب‌تری برای پنجه‌زنی فراهم شده و تعداد پنجه‌های بارور افزایش یافته است. این نتایج با گزارش‌های علی و همکاران (۱۹۹۹)، فرنچ و شولتز[1] (۱۹۸٤) و توکلی(۱۳۸۲) همسو می‌باشد. ارقام، اختلاف معنی‌داری در تعداد سنبله در واحد سطح داشتند (جدول۱) به طوری که رقم بک کراس روشن، ۱۹/٦ درصد سنبله بارور بیشتری نسبت به رقم قدس داشت (جدول۲). این نتایج با گزارش مصطفی و همکاران (۱۹۹٦) هماهنگ می‌باشد. با این حال، سالمی و افیونی (۱۳۸٤) در مطالعه خود گزارش کردند که ارقام آزمایشی اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد سنبله در واحد سطح نداشتند. این اختلافات می‌تواند به دلیل تفاوت در ارقام و شرایط آزمایشی باشد.

تعداد دانه در سنبله

تعداد دانه در سنبله تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار گرفت (جدول۱). بین تیمار آبیاری پس از ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر، اختلاف معنی‌داری در تعداد دانه در سنبله مشاهده نشد. اما با افزایش فاصله دو آبیاری به۱۱۰ میلی‌متر تبخیر، تعداد دانه در سنبله کاهش معنی‌داری یافت (جدول۲). این نتایج با گزارشات فیشر و مائورر (۱۹۷۸) و گوتیری و همکاران (۲۰۰۱) مطابقت دارد. ناکاگامی و همکاران (۲۰۰٤) در مطالعات خود عدم وجود تفاوت معنی‌دار در تعداد دانه در سنبله در تیمار آبیاری به میزان ۸۰ درصد ظرفیت زراعی و آبیاری کامل را به‌واسطه کمی شدت تنش و بهبود سیستم ریشه‌ای در تیمار تنش گزارش کردند که با نتایج این بررسی مطابقت دارد. تغییرات تعداد دانه تحت تأثیر تیمار آبیاری با تغییرات تعداد سنبله در واحد سطح هماهنگ بود. این امر نشان‌گر تأثیر شرایط نامساعد رطوبتی بر هر دو جزء عملکرد دانه در تیمار آبیاری پس از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر می‌باشد (۱۳). تعداد کمتر دانه در سنبله در اثر تنش خشکی می‌تواند به علت عقیم شدن گل‌های انتهایی سنبله باشد (۱٦).

ارقام اختلاف معنی‌داری از لحاظ تعداد دانه در سنبله داشتند (جدول۱). ارقام قدس، مهدوی و بک‌کراس‌روشن به‌ترتیب بیشترین تا کمترین تعداد دانه در سنبله را تولید کرده‌اند (جدول۲). سالمی و افیونی (۱۳۸٤) هم تعداد دانه بیشتر رقم قدس در مقایسه با رقم بک کراس روشن را گزارش کردند. بین تعداد دانه در سنبله ارقام و تعداد سنبله در واحد سطح

1. Harvest Index
2. Water Use Efficiency (WUE)
3. Fernandez

1. French and Schultz

www.SID.ir

Archive of SID

آن‌ها روندی معکوس مشاهده گردید. رقم قدس که کمترین تعداد سنبله در واحد سطح را داشت، دارای بیشترین تعداد دانه در سنبله و رقم بک کراس روشن که دارای بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح بود، کمترین تعداد دانه در سنبله را تولید نمود (جدول ۲). این روند نشان دهنده خاصیت جبرانی اجزای عملکرد می‌باشد (۷).

وزن هزار دانه

تیمار آبیاری تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه داشت (جدول۱). بین تیمار آبیاری پس از ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر، اختلاف معنی‌داری در وزن هزار دانه مشاهده نشد، اما با افزایش فاصله دو آبیاری به ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر، وزن هزار دانه کاهش معنی‌داری یافت (جدول۲). این نتایج با یافته‌های گوتیری و همکاران (۲۰۰۱)، نورمند و همکاران (۲۰۰۱) و گیانتا[1] و همکاران (۱۹۹۳) دایر بر کاهش وزن دانه با افزایش تنش خشکی مطابقت دارد. وانگ[2] و همکاران (۱۹۹۶) علت کاهش وزن دانه ناشی از تنش خشکی را تسریع پیری گیاه و کاهش ظرفیت فتوسنتزی آن بیان کردند. سالمی و افیونی (۱۳۸٤) و موگابه و نیاکاتاوا[3] (۲۰۰۰) عدم وجود تفاوت معنی‌دار در وزن هزار دانه را در تیمار ۸۰ درصد آبیاری کامل و آبیاری کامل گزارش کرده‌اند که با نتایج بررسی حاضر مطابقت دارد. تغییرات وزن هزار دانه تحت تأثیر تیمار آبیاری با تغییرات تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در واحد سطح هماهنگ بود (جدول۲). این امر می‌تواند نشانگر تأثیر مثبت شرایط رطوبتی مناسب بر شکل‌گیری اجزای عملکرد در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر باشد.

ارقام آزمایشی اختلاف معنی‌داری در وزن هزار دانه داشتند (جدول۱). ارقام بک‌کراس روشن و قدس به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین وزن هزار دانه بودند (جدول۲). رقم بک کراس روشن دارای کمترین و رقم قدس دارای بیشترین تعداد دانه در سنبله بودند (جدول۲). بنابراین تغییرات وزن هزار دانه نسبت به تعداد دانه در سنبله می‌تواند واکنشی در جهت تعدیل مخزن با منبع باشد. این نتایج با مطالعه موگابه و نیاکاتاوا (۲۰۰۰) هماهنگ می‌باشد.

1. Gianta
2. Wang
3. Mugabe and Nyakatawa

عملکرد دانه

تیمار آبیاری تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت (جدول۱). بین تیمار آبیاری پس از ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر اختلاف معنی‌داری در عملکرد دانه مشاهده نشد، اما با افزایش فاصله آبیاری از ۹۰ به ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر، عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول۲). کاهش عملکرد دانه در تیمار آبیاری پس از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر، در اثر کاهش تعداد سنبله بارور در واحد سطح، کاهش تعداد دانه در سنبله و کاهش وزن هزار دانه بود (جدول۲). این نتایج با مطالعات سایر محققین مبنی بر کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی مطابقت دارد (٦، ١٤، ١٩).

ارقام اختلاف معنی‌داری در عملکرد دانه داشتند (جدول۱). ارقام بک کراس‌روشن و قدس به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد دانه بودند (جدول۲). این نتایج با گزارش‌های مصطفی[1] و همکاران (۱۹۹٦) و سالمی و افیونی (۱۳۸٤) همسو می‌باشد. سالمی و افیونی (۱۳۸٤) هم در مطالعه خود عملکردهای بالاتر رقم بک‌کراس‌روشن را گزارش کردند. عملکرد بالاتر رقم بک‌کراس‌روشن در مقایسه با رقم قدس می‌تواند به دلیل تعداد سنبله در واحد سطح و وزن هزار دانه بالاتر رقم بک‌کراس روشن در مقایسه با رقم قدس باشد (جدول۲). همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با وزن هزار دانه ($r=0/78^{**}$) و تعداد سنبله در واحد سطح ($r=0/72^{**}$) بیانگر سهم نسبی این دو جزء عملکرد بر عملکرد دانه در شرایط تنش می‌باشد.

ماده خشک

تیمار آبیاری تأثیر معنی‌داری بر مقدار ماده خشک گیاهی داشت (جدول۱). بین تیمار آبیاری پس از ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر، اختلاف معنی‌داری در ماده خشک کل گیاهی مشاهده نشد، اما با افزایش فاصله آبیاری از ۹۰ به ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر، ماده خشک کل گیاهی به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول۲). کاهش تجمعی تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه را می‌توان علت کاهش وزن خشک کل گیاه در تیمار آبیاری پس از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر دانست (جدول۲). نتایج به‌دست آمده با

1. Moustafa

www.SID.ir

Archive of SID

یافته‌های علی[1] و همکاران (۱۹۹۹) مطابقت دارد. پیری و ریزش بیشتر برگ‌های گیاه تحت شرایط تنش خشکی علت کاهش وزن خشک گیاه می‌باشد (۸).

اثر تنش بر ماده خشک کل گیاهی در ارقام مختلف معنی‌دار بود (جدول۱) به طوری که ارقام بک‌کراس روشن و قدس به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین ماده خشک کل بودند(جدول ۲). این ارقام به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد سنبله در واحد سطح، وزن هزار دانه و عملکرد دانه بودند (جدول ۲).

شاخص برداشت

تیمار آبیاری تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشت (جدول۱). تفاوت تیمار آبیاری پس از ۷۰ با ۹۰ میلی‌متر تبخیر، معنی‌دار نبود (جدول۲). اما با اعمال تنش زیاد (I_3) شاخص برداشت به میزان ۱۶ درصد نسبت به تیمار ۹۰ میلی‌متر تبخیر، کاهش یافت (جدول۲). نتایج این مطالعه با یافته‌های علی و همکاران (۱۹۹۹) مبنی بر کاهش شاخص برداشت بر اثر کاهش تعداد سنبله بارور، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در اثر تنش خشکی شدید همسو می‌باشد. هم‌چنین اثر تنش بر شاخص برداشت ارقام معنی‌دار نبود (جدول۲). که این نتایج با نتایج فرنچ و شولتز (۱۹۸٤) ناسازگار است.

راندمان مصرف آب

تیمار آبیاری تأثیر معنی‌داری بر راندمان مصرف آب داشت (جدول۱). به طور کلی با افزایش فاصله دو آبیاری راندمان مصرف آب افزایش یافت (جدول۲). این نتایج با یافته‌های شائوزونگ[2] و همکاران (۲۰۰۲) و سالمی و افیونی (۱۳۸٤) مطابقت دارد. ظاهراً افزایش فاصله دو آبیاری، باعث کاهش سطح و تعداد اندام‌های رویشی در گیاه شده و از این طریق موجب نقصان تلفات رطوبتی گیاه گردیده و باعث افزایش راندمان مصرف آب می‌شود (۹). با این وجود، این نتایج با یافته‌های جانسون[3] و همکاران (۱۹۸٤) مغایرت دارد. آن‌ها کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی را دلیل کاهش راندمان مصرف آب بیان کردند. تفاوت در نتایج دو آزمایش می‌تواند به دلیل اختلاف در شدت تنش‌های به‌کار گرفته شده باشد. اثر تنش بر راندمان مصرف آب ارقام معنی‌دار نبود (جدول۲).

حساسیت به تنش

عملکرد ارقام گندم در شرایط بالاترین عملکرد(Y_{pi}) و در شرایط تنش (Y_{si}) و شاخص‌های تحمل به تنش و حساسیت به تنش در جدول (۳) نشان داده است. نتایج نشان داد که ارقام بک‌کراس روشن و قدس به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین حساسیت به تنش بودند. رقم بک کراس روشن به شرایط رطوبتی مساعد، سازگاری خوبی داشت ولی به خشکی بسیار حساس بود. اگر چه رقم قدس پتانسیل عملکرد محدودتری نسبت به دو رقم دیگر داشت (جدول ۳)، اما به خشکی متحمل‌تر از دو رقم دیگر بوده و نه تنها عملکرد آن در اثر خشکی افت کمتری داشت، بلکه پتانسیل عملکرد بیشتری در شرایط تنش داشت. به‌عبارت دیگر پایداری عملکرد رقم قدس در شرایط تنش از دو رقم دیگر بیشتر بود. گوتیری و همکاران (۲۰۰۱) همبستگی بین شاخص حساسیت به خشکی و عملکردهای پتانسیل را گزارش کردند. حسن‌پناه و همکاران (۱۳۷۵) هم اختلاف معنی‌داری در ارقام گندم از نظر میزان حساسیت به خشکی گزارش کردند. آن‌ها بیان کردند ارقام مقاوم به خشکی دارای ضریب حساسیت به خشکی کمتری بودند.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این بررسی می‌توان در شرایط مشابه با مطالعه حاضر، گندم را پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A، آبیاری نمود و ضمن ۲۲ درصد صرفه‌جویی در آب آبیاری مصرفی، عملکرد دانه نزدیک به تیمار ۷۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی به‌دست آورد. هم‌چنین به‌نظر می‌رسد شاخص حساسیت به خشکی معیار بهتری در مقایسه ارقام گندم به تنش خشکی باشد.

1. Ali
2. Shaozhong
3. Johnson

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب دو ساله عملکرد و اجزای عملکرد دانه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)							
		پنجه نابارور	تعداد سنبله در واحد سطح	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	ماده خشک کل	شاخص برداشت	راندمان مصرف آب
سال(Y)	۱	۲۹۲۳٤**	۲٤۱۹۲۵**	۱٤۷/٦۰**	۰/۲۰ ns	٦۹۱۷۸۰٦*	۳۱۱۳۸۱۲٤**	۲/۱۲ ns	۰/۰۹۳۰۰ns
خطای سال (e_1)	٦	۲۰۱۲	۳۳۰۲۹	۱۵/۳۳	۳۱/۲۰	۳۷۷٤۱٦۱	۱۰٤۷۳۵۷۸	۹۰/٦۳	۰/۱۰۲۹
آبیاری (I)	۲	۲۸٦۳۳**	۳۱٤٦۰۸۰**	۳۱۸/۱۲**	۷۹۲/۳٦**	۲۰۳۰۵۳۲۰٤**	۸٦۸۸۱۳٦۲۲**	۳٦۲/۵۸**	۰/۱۵۰٦*
سال×آبیاری	۲	۳۹۸۰*	۱۵۲۸۵ ns	۹/۰۷ ns	۸۳/٦۷**	۳٤۲٤۲۲۱ ns	۱۵۲۷۵٦۲ ns	۱۰۱/۰۰ns	۰/۰۵۰۹ ns
خطا (e_2)	۱۲	۱۳۷	۷۱۷۹	۲٤/۰۹	۲۲/۵۰	۱۰۲۸۹٤۱	۸۸۰٤۳٤۷	۵۱/۷۵	۰/۰٦٦۱
رقم (V)	۲	٤۷٦۸*	۲۹٤۹۳*	۲۸٤/۰۰**	۱۳۷/۱۱**	۲٦٤۵۲۵٦*	۱۲۵۱۲۵۸۳*	۱/۹۱ ns	۰/۱۱۹۸ ns
سال × رقم	۲	۲۹۳ ns	۱۰۷۵ ns	٦۲/۹۵**	۱/۲۷ ns	۱۱۸۱۹۳٤ ns	۸۲۸۹۳۰۷*	۲/۲٦ ns	۰۲۹۰ ns
آبیاری× رقم (IV)	٤	٦۲۵ ns	۳۰۹۷ ns	۸/۰۷ ns	۲۵/۵۰ ns	۹۵۱۱۳٦ ns	٦۷۹۳۰۸٦**	۷/۷۲ ns	۰/۰۱۵۰ns
سال× آبیاری × رقم (YIV)	٤	۳۰٤ ns	٤۹۳٤*	۱۰/۱٤ ns	۱۱/۳۸ ns	۱۸٦٤۵۵ ns	۷۰٦۱۱٤۵**	۳٦/۱۳ ns	۰/۰۲۱۷ ns
خط (e2)	۳٦	۷۱	۵٦٤	۱٤/۱۷	۱۲/۵۹	۷۳٦۰۸٤	۳۸۰۸٦۳	۲۱/۰۰	۰/۰۳٦۰
ضریب تغییرات(C.V)	–	۷/۷	٤/۳	۹/۸	۱۰/٦	۱۲/۲	۳/۵	۱۱/٦	۲۰/۹

*، ** و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪، ۱٪ و غیر معنی‌دار

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی مقادیر مختلف آبیاری و ارقام (میانگین دو سال[1])

تیمارهای آزمایش	تعداد پنجه نابارور در واحد سطح	تعداد سنبله در واحد سطح	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	ماده خشک کل (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	راندمان مصرف آب (کیلو گرم بر متر مکعب)
آبیاری								
I_1	۷۵ c	٦۲۷ a	٤۰/٤ a	۳۸/۳۵ a	۹۱۱۵ a	۲۲۲٤۷ a	٤۱/۲ a	۰/۷۸ a
I_2	۹٦ b	٦۲۳ a	٤۱/٤ a	۳٦/۲٤ a	۸۸٦۱ a	۲۰۷۹۵ a	٤۲/۸ a	۰/۹۵ ab
I_3	۱۵٦ a	۳۹۸ b	۳۳/٦ b	۲۵/۷۱ b	۳۱۲۰ b	۹۱۷٦ b	۳٤/٦ b	۰/۹۹ b
رقم								
بک‌کراس روشن	۱۲۸ a	۵۹۱ a	۳٤/۷ b	۳٦/۰۱ a	۷۳۵۵ a	۱۷۹٤۳ a	٤۰/۰ a	۰/۸۲ a
قدس	۹٦ b	٤۹٤ c	٤۳/۰ a	۳۰/۰٦ b	٦٤٦٤ b	۱٦٤۵۸ b	۳۸/٦ a	۱/۰۱ a
مهدوی	۱۰۳ ab	۵٦۳ b	۳۷/۷ b	۳٤/۲۲ a	۷۲۷٦ ab	۱۷۸۱۷ a	٤۰/۱ a	۰/۸۹ a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ با همدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول۳- برآورد پایداری عملکرد و پتانسیل عملکرد ارقام گندم تحت شرایط شاهد و تنش رطوبتی

ارقام	Ypi	Ysi	SSI	STI
بک‌کراس روشن	۱۰۰۱٦	۲٦۱٦	۱/۱۲ a	۰/۳۱ a
قدس	۷۹۱۷	۳۷۲۲	۰/ ۸۰b	۰/۳۵ a
مهدوی	۹٤۱۱	۳۰۲۱	۱/۰۳ a	۰/۳٤ a

Y_{pi} عملکرد هر رقم در شرایط مطلوب، Y_{si} عملکرد هر رقم در شرایط تنش، STI شاخص تحمل و SSI شاخص حساسیت به تنش.
در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ با همدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱ – بی‌نام. ۱۳۷۹. غلات در آیینه آمار. معاونت برنامه‌ریزی و بودجه، اداره کل آمار و اطلاعات، وزارت کشاورزی، ۲۹۸ صفحه.

۲– توکلی، ع. ۱۳۸۲. اثرات کم آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم. مجله علمی کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، جلد ۲۶، شماره ۲، ص. ۸۷ – ۷۵.

۳– حسن‌پناه، د .، ولی‌زاده، م.، محفوظی، م. س. و شهریاری، ر. ۱۳۷۵. استفاده از شاخص‌های فیزیولوژیک برای ارزیابی منابع مقاومت به خشکی در ارقام گندم. چکیده مقالات چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی اصفهان، ص. ۲۴۲.

٤– حسن‌لی، ع. م. ۱۳۷۹. روش‌های گوناگون اندازه‌گیری آب. مرکز نشر دانشگاه شیراز، ٥٦ ص.

٥– خواجوئی نژاد، ج. چ.، کاظمی، ح.، آلیاری، ح.، جوانشیر، ع. و آروین، م. ج. ۱۳۸٤. تأثیر سطوح مختلف آبیاری و تراکم‌های گیاهی بر روی رشد و عملکرد ارقام سویا به عنوان کشت دوم. مجله علمی کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، جلد ۲۷، صفحات ٦٧–٨٨.

٦– سالمی، ح. ر.، و افیونی، د. ۱۳۸٤. اثر تیمارهای کم آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام جدید گندم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۳، ص.۲۰–۱۱.

۷– کوچکی. ع.، و م. بنایان اول. ۱۳۷۳. فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۵۲ ص.

8. Ali, M., Jensen, C. R., Mogensen, V. O., Andersen, M. N., and Henson, I. E. 1999. Root signaling and osmotic adjustment during intermittent soil drying sustain grain yield of field grown wheat. Field Crops Research 62: 35-52.
9. Clark, J. M., Smith, T. F. T., Mc Caig, T. N., and Green, D. G. 1984. Growth analysis of spring wheat cultivars of varying drought resistance. Crop Science 24: 537-541.
10. Fernandez, G. C. L. 1992. Effective criteria for assessing plant stress tolerance. Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetable and other Food Crops in Temperature and Water Stress, Taiwan, Chapter 25: 257-270.
11. Fischer, R. A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. Australian Journa of Agricultural Research 29: 897-912.
12. French, R. J., and Schultz, J. E. 1984. Water use efficiency of wheat in a Mediterranean-type environment. II. Some limitations of efficiency. Australian Journa of Agricultural Research 35: 765-775.
13. Gianta, F., Motzo, R., and Deidda, M. 1993. Effect of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in a Mediterranean environment. Field Crops Research 33: 399-409.
14. Guttieri, M. J., Stark, J. C., O'Brien, K. and Souza, E. 2001. Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. Crop Science 41: 327-335.
15. Johnson, R. C., Nguyen, H. T., and Croy, L. I. 1984. Osmotic adjustment and solute accumulation in two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science 24: 951-962.
16. Moustafa, M. A., Boersma, L. B., and Kyonstad, W. E. 1996. Response of four spring wheat cultivars to drought stress. Crop Science 36: 982-986.
17. Mugabe, F. T., and Nyakatawa, E. Z. 2000. Effect of deficit irrigation on wheat and opportunities of grown wheat on residual soil moisture in Southeast Zimbabwe. agricultural. Water Management 46: 1111-1119.
18. Nakagami, K., Okawa, T. O., and Hirasawa, T. 2004. Effect of a reduction in soil moisture from one month before flowering through ripening on dry matter production and ecophysiological characteristics of wheat plants. Plant Production Science 7: 143-154.
19. Nourmand, F., Rostami, M. A., and Ghannadha, M. R. 2001. A study of morpho-physiological traits of bread wheat, relationship with grain yield under normal and drought stress conditions. Iranian Journal Agricultural Science 32: 185-194.
20. Robertson, M. J., and Giunta, F. 1994. Responses of spring wheat exposed to preanthesis water stress. Australian Journal Agricultural Research 45: 19-35.
21. Shaozhong, K., LU, Z., Xiaotao, Y. H., Huanjie, C., and Binjie, G. 2002. Effect of limited irrigation on yield and water use efficiency of winter wheat in the Loess plateau of China. Agricultural Water Management 55: 203-216.
22. Wang, C.Y., Ma, Y., and Zhou, S. 1996. Study on effect of soil drought stress on winter wheat senescence. Acta Agricultural University of Henan 30: 309-313.

www.SID.ir