نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد یازدهم، شماره ۳(۴۳)، پاییز ۱۳۹۶، صفحه ۶۱۸ـ۶۰۱

واکنش ارقام گندم‌نان نسبت به مصرف کود نیتروژنه درتیمارهای مختلف آبیاری

پریسا قهرمانی[۱]، سلیمان محمدی[۲*] و هاشم هادی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۸/۳۰ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۶/۷/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۱۰

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثرات تنش کمبود آب و زمان‌بندی مصرف کود نیتروژنه بر عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام گندم‌نان، آزمایشی به‌صورت کرت‌های دو بار خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد آزمایش شامل سطوح مختلف آبیاری (آبیاری کامل، قطع آبیاری در مراحل ظهور سنبله و گلدهی) در کرت‌های اصلی، زمان و نحوه مصرف کود اوره (F_1- ۲۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مراحل کاشت و پنجه‌دهی، F_2- ۲۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مراحل کاشت و ظهور ساقه، F_3- ۲۰ ، ۵۰ و ۵۰کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مراحل کاشت، پنجه‌دهی و ظهور ساقه، F_4- ۲۰ ، ۵۰ و ۵۰کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مراحل کاشت، پنجه‌دهی و ظهور سنبله) در کرت‌های فرعی و ارقام گندم نان شامل زرین، پیشگام، اروم، زارع و میهن در کرت‌های فرعی فرعی قرار گرفتند. متوسط عملکرد رقم‌ها تحت آبیاری کامل ۷/۵ تن در هکتار بود که به ۶/۵ تن در هکتار در شرایط قطع آبیاری کاهش یافت. بیشترین میانگین عملکرد دانه متعلق به رقم میهن با ۸/۱ تن در هکتار و کمترین آن متعلق به رقم زرین با ۵/۷ تن در هکتار بود. در شرایط آبیاری کامل، بیشترین عملکرد دانه با ۹/۴ تن در هکتار متعلق به رقم میهن تحت تیمار کوددهی F_4 به دست آمد. تحت شرایط تنش‌رطوبتی در مرحله گلدهی و سنبله‌دهی رقم میهن به‌ترتیب با ۸/۶ و ۸/۳ تن در هکتار در تیمارهای F_3 و F_4 دارای حداکثر عملکرد دانه بود. در شرایط قطع آبیاری در مرحله ظهور سنبله ارقام پیشگام، زارع و میهن واکنش بهتری به تیمارهای کوددهی F_2، F_3 و F_4 در مقایسه با تیمار کوددهی F_1 نشان دادند. بر اساس شاخص‌های تحمل به خشکی HARM، STI، MP و GMP ارقام میهن و پیشگام به‌عنوان ارقامی با عملکرد بالا در هر دو محیط تنش و بدون تنش شناسایی شدند.

واژگان کلیدی: تیمارهای آبیاری، عملکرد دانه، کود نیتروژنه، گندم نان.

۱- به‌ترتیب دانش آموخته کارشناسی‌ارشد و استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۲- بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران. (*نگارنده‌ی مسئول) soleyman_45@yahoo.com

مقدمه

گندم با تأمین نیمی از پروتئین و کالری مصرفی مردم، موقعیت برجسته‌ای در میان غلات داشته و رژیم غذایی نزدیک به یک سوم مردم جهان را تشکیل می‌دهد (Dhanda *et al.*, 2004). تنش‌رطوبتی به‌عنوان مهم‌ترین عامل محدود کننده محیطی مطرح بوده که تولید محصول را در نواحی مختلف دنیا از جمله ایران به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. تنش‌رطوبتی اغلب همراه با دمای بالا می‌باشد، که این امر نیز با افزایش مقدار تبخیـر و تعـرق، اثرات زیان‌بار تنش را تشدید می‌نماید (Sabaghpour *et al.*, 2006). جاتوی و همکاران (Jatoi *et al.*, 2011) گزارش نمودند اعمال تنش خشکی در مرحله گرده‌افشانی تعداد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت ارقام گندم را کاهش داد. شمسی و کبرایی (Shamsi and Kobraee, 2011) گزارش نمودند تنش خشکی همه اجزای عملکرد گندم را کاهش داد، به‌طوری‌که تعداد سنبله بارور و تعداد دانه در سنبله را به‌ترتیب ۶۰ و ۴۸ درصد کاهش نشان داد. زی‌ژنلی و همکاران (Zi-zhenli *et al.*, 2004) نشان دادند که آبیاری در دوره رشد گیاه به‌ویژه در مرحله زایشی تأثیر مهمی بر روی رشد گیاه و عملکرد دانه گندم دارد. نگواکو و ماشیکا (Ngwako and Mashiqa, 2013)گزارش نمودند که تنش کم‌آبی عملکرد دانه و اجزای آن را کاهش داد، به‌طوری‌که تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، شاخص برداشت و پروتئین دانه در شرایط آبیاری کامل نسبت به عدم آبیاری به‌ترتیب ۲۰/۵۸، ۲۶/۰۷، ۴۲/۷۲، ۱۶/۷۱ و ۳/۳۱ درصد بیشتر بود.

رشد و نمو گیاه و عملکرد آن وابسته به فرآیندهای فتوسنتز است و نیتروژن نیز می‌تواند اثر مستقیمی بر میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ داشته باشد، کمبود آن می‌تواند باعث کاهش جذب دی‌اکسیدکربن شود. بنابراین، بیلان نیتروژن در گیاه به‌طور مستقیم با بیلان دی‌اکسیدکربن مرتبط است، زیرا مصرف نیتروژن موجب افزایش غلظت آن در گیاه، افزایش غلظت آنزیم‌های فتوسنتزی و همچنین کلروفیل در مرکز واکنش فتوسنتزی در گیاه می‌شود (Albrizio *et al.*, 2010). نیتروژن نقش اساسی در رشد گیاه داشته و با مقدار آب و نحوه توزیع آن ارتباط زیادی دارد. عملیات مدیریتی مختلف می‌تواند پتانسیل مصرف بهینه نیتروژن توسط گیاهان را به حداکثر رسانده و شستشوی آن را که باعث تخریب زیست‌بوم می‌شود، بکاهد (Sedlar *et al.*, 2013). برخی از محققین گزارش نموده‌اند نیتروژن نقش چشم‌گیری در افزایش عملکرد گندم در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایفا می‌کند. مصرف نیتروژن به مقدار کافی رشد ریشه‌ها را بیشتر می‌کند و منجر به افزایش توان جذب آب از اعماق پایین‌تر خاک در شرایط تنش خشکی می‌گردد (Subedi *et al.*, 2007).

بحرانی و همکاران (Bahrani *et al.*, 2013) گزارش نمودند اثرات متقابل بین نیتروژن و آبیاری در اغلب صفات معنی‌دار بود و نشان داد مصرف زیاد نیتروژن همراه با تنش خشکی باعث کاهش کارایی لازم در کود نیتروژن می‌گردد. نتایج آزمایش نشان داد که در شرایط مطلوب آبیاری مصرف ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن با تأثیر مثبت بر کلیه اجزای عملکرد، باعث تولید عملکرد دانه بیشتر در هر دو گیاه گندم و جو گردید. نتایج آزمایش فتحی و همکاران (Fathi *et al.*,

2010) نشان داده است در شرایط تنش خشکی رقم چمران عملکرد دانه بیشتری (۵۵۸۴ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با رقم شووا (۵۳۳۲کیلوگرم در هکتار) و رقم فلات (۴۸۲۱ کیلوگرم در هکتار) داشت. افزایش نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه به میزان ۴۵ درصد در مقایسه با تیمار مصرف کمتر نیتروژن گردید. واکنش به نیتروژن برای ارقام چمران و شووا بیشتر از فلات بود. تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه درسنبله و وزن هزار دانه در افزایش عملکرد دانه مؤثر بودند. نیتروژن به‌دلیل توسعه رشد رویشی، تضمین کننده‌ی رشد زایشی و تولید محصول قابل قبول گندم می‌تواند باشد. با این‌حال کاهش تعداد سنبله، تعداد دانه و وزن هزار دانه به واسطه‌ی عدم وجود رطوبت حتی با دسترسی به نیتروژن امکان‌پذیر است. در بین سه جزء عملکرد، تعداد سنبله در مترمربع در شرایط بدون تنش با عملکرد دانه با وجود نیتروژن بارزتر است (Yang *et al*., 2000). البته، در صورت کمبود آب اندام‌های زایشی گیاه دچار مشکل شده و با وجود سقط آنها تعداد دانه هم کاهش می‌یابد (Fathi *et al*., 2010).

محققین روش‌های مختلفی را برای ارزیابی ژنوتیپ‌ها در شرایط خشکی پیشنهاد کرده‌اند که می‌توان به گزینش بر اساس عملکرد بالقوه ژنوتیپ‌ها، معیارهای پایداری، تلفیقی از عملکرد و صفت‌هایی که با عملکرد همبستگی نشان می‌دهد و استفاده از عملکرد در هر دو شرایط تنش و بدون تنش اشاره نمود (Garuzzi *et al*., 1997). ارزیابی ارقام بر اساس عملکرد دانه گیاه، مهم‌ترین شاخص برای شناسایی ارقام سازگار به محیط دارای تنش است. انتخاب بر اساس عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط تنش و بدون‌تنش باعث انتخاب ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا می‌گردد، انتخاب در شرایط بدون تنش به دلیل بالا بودن وراثت‌پذیری عملکرد، حداکثر است ولی تنش‌خشکی در مرحله گرده‌افشانی، وزن دانه، پروتئین و تعداد دانه در سنبله را کاهش می‌دهد و این پدیده نشان‌دهنده این است که گندم به تنش‌خشکی در مرحله بعد از گرده‌افشانی حساس است (Garuzzi *et al*., 1997).

شاخص‌های متفاوتی برای ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی مختلف و تعیین تحمل و حساسیت آنها ارایه شده است که در بین آنها مناسب‌ترین معیار جهت انتخاب در محیط‌های تنش، معیاری است که قادر به تشخیص گروه A از سایر گروه‌ها باشد. یکی از شاخص‌های انتخاب، شاخص حساسیت به تنش (SSI) می‌باشد که توسط فیشر و مورر (Fischer and Maurer, 1978) پیشنهاد داده شد. مقدار کمتر این شاخص نشان‌دهنده تغییرات کم عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش و در نتیجه پایداری بیشتر آن است. با استفاده از این شاخص می‌توان ژنوتیپ‌های گروه B و C را از سایر گروه‌ها تشخیص داد.

روزلی و هامبلین (Rossielle and Hamblin, 1981) شاخص‌های تحمل (TOL) و میانگین بهره‌وری (MP) را معرفی نمودند. مقدار بالای TOL نشانه حساسیت ژنوتیپ به تنش بوده و انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس مقادیر کم آن می‌باشد. قابل ذکر است که این شاخص قادر به تفکیک گروه C از A نمی‌باشد. انتخاب بر اساس شاخص MP باعث افزایش متوسط عملکرد در هر دو شرایط نرمال و تنش خواهد شد. این شاخص

نیز قادر به جداسازی ارقام گروه B از A نمی‌باشد. همچنین فرناندز (Fernandez, 1992) شاخص تحمل به تنش (STI) را پیشنهاد نمود که مقدار بالای آن برای یک ژنوتیپ نشان‌دهنده تحمل به خشکی بالاتر و عملکرد بالقوه بیشتر آن می‌باشد. این شاخص قادر به تفکیک گروه A از گروه B و C می‌باشد. وی شاخص دیگری را تحت عنوان میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) معرفی کرد که در مقایسه با شاخص MP قدرت بالاتری در تفکیک گروه A از سایر گروه‌ها دارد. هدف از این تحقیق شناسایی مناسب‌ترین تقسیط کود نیتروژنه برای ارقام گندم با شرایط مختلف آبیاری بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۶ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه و ارتفاع ۱۱۴۳ متر از سطح دریا با متوسط بارندگی منطقه ۲۹۷ میلی‌متر در سال انجام گرفت. آزمایش به‌صورت کرت دوبار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتورهای مورد آزمایش شامل سطوح مختلف آبیاری: آبیاری کامل، قطع آبیاری در مرحله ظهور سنبله و مرحله گلدهی در کرت‌های اصلی، زمان و نحوه مصرف کود اوره شامل، F_1- ۲۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مراحل کاشت و پنجه‌دهی، F_2- ۲۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مراحل کاشت و ظهور ساقه، F_3- ۲۰، ۵۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مراحل کاشت، پنجه‌دهی و ظهور ساقه، F_4- ۲۰، ۵۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مراحل کاشت، پنجه‌دهی و ظهور سنبله در کرت‌های فرعی و ارقام گندم‌نان زرین، پیشگام، اروم، زارع و میهن در کرت‌های فرعی فرعی بودند. صفات تعداد دانه در سنبله اصلی، وزن هزار دانه، تعداد سنبله در متر مربع و ماده خشک برای هر واحد آزمایشی از میانگین نمونه‌های برداشت شده، اندازه‌گیری شدند. عملکرد دانه نیز از برداشت کل کرت آزمایشی و تبدیل به تن در هکتار محاسبه گردید.

جهت بررسی میزان تحمل به خشکی ارقام، شاخص‌های مختلف تحمل و حساسیت به تنش از قبیل شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص تحمل (TOL)، میانگین بهره‌وری (MP)، میانگین هندسی (GMP)، میانگین هارمونیک (Harm) و شاخص تحمل به خشکی (STI) با استفاده از عملکرد دانه بر مبنای روابط زیر محاسبه شدند.

رابطه ۱ (Fernandez, 1992)

$$STI=Y_p*Y_s/\bar{Y}_p^{\,2}$$

رابطه ۲ (Rossielle and Hamblin, 1981)

$$MP=Y_p+Y_s/2$$

رابطه ۳ (Fernandez, 1992)

$$GMP=\sqrt{Yp.Ys}$$

رابطه ۴ (Farshadfar and Sutka. 2002.)

$$Harm=2*(Y_p*Y_s)/Y_p+Y_s$$

رابطه ۵ (Rosielle and Hamblin, 1981)

$$TOL=Y_p-Y_s$$

رابطه ۶ (Fisher and Maurer, 1978)

$$SSI=1-(Y_s/Y_p)/1-(\bar{Y}_s/\bar{Y}_p)$$

در این روابط، Y_S و Y_P به‌ترتیب میانگین ارقام در شرایط تنش و بدون‌تنش و $\bar{Y}_S$, $\bar{Y}_P$ نیز به‌ترتیب میانگین کلیه ارقام در شرایط تنش و بدون تنش می‌باشند. برای محاسبات و تجزیه‌های آماری از نرم‌افزار SAS9.2 استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه و اجزای آن در جدول ۱ نشان داده شده است. اثر آبیاری برای تعداد دانه در سنبله، سنبله در مترمربع،

عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر زمان‌های مختلف کوددهی برای تعداد سنبله در متر مربع، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار به دست آمد. بین ارقام از لحاظ کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. اثر متقابل آبیاری × رقم برای تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال ۵ درصد، برای صفات سنبله در متر مربع و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل رقم×کوددهی برای صفات سنبله در متر مربع و عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل سه گانه آبیاری×رقم×کوددهی برای صفات سنبله در متر مربع و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند.

عملکرد دانه و اجزای آن

تعداد دانه در سنبله

میانگین تعداد دانه در سنبله با قطع آبیاری در مرحله سنبله‌دهی کاهش یافت، اما واکنش ارقام گندم به قطع آبیاری در مرحله گلدهی از لحاظ تعداد دانه در سنبله تفاوت معنی‌داری با شرایط آبیاری کامل نداشت (شکل ۱). بیشترین تعداد دانه در سنبله در شرایط آبیاری کامل متعلق به ارقام زرین و میهن بود، اما با قطع آبیاری در مرحله سنبله‌دهی به‌ترتیب افت ۱۹ و ۲۳/۵ درصدی را در تعداد دانه در سنبله نشان دادند. میانگین تعداد دانه در سنبله رقم پیشگام در شرایط آبیاری کامل و قطع آبیاری ۵۸/۵ دانه بود و با قطع آبیاری در مرحله سنبله‌دهی افت ۱۰ درصدی را در تعداد دانه نشان داد. کمترین تعداد دانه در تمام شرایط آبیاری متعلق به رقم زارع بود. با وجود این، با قطع آبیاری در مرحله سنبله‌دهی افت ۵/۵ درصدی را برای این رقم مشاهده گردید. در بین رقم‌ها بیشترین افت تعداد دانه بر اثر قطع آبیاری در مرحله سنبله‌دهی مربوط به رقم زارع (۲۴ درصد کاهش) بود (شکل ۱). اختلاف بین ارقام گندم از این لحاظ را می‌توان به تفاوت رقم‌ها در تعداد سنبلچه در سنبله نسبت داد. کاهش تعداد دانه در سنبله به احتمال زیاد به‌علت کاهش درصد تلقیح‌شدن گل‌ها باشد. سطوح مختلف تنش خشکی در طی مرحله تقسیم میوزی سلول مادری دانه گرده موجب رشد غیرطبیعی بساک و در نهایت باعث کاهش معنی‌دار تعداد دانه در سنبله و ضریب باروری سنبله در مقایسه با شرایط بدون تنش می‌گردد (Bakhshande *et al.*, 2003). برخی از محققین گزارش نمودند تنش آبی در مرحله گرده‌افشانی گندم، تعداد دانه گرده گل‌ها را کاهش داد و به‌تبع آن تعداد دانه در سنبله کمتری تشکیل شد و نهایتاً منجر به کاهش عملکرد دانه گردید (Akram, 2011).

وزن هزار دانه

میانگین وزن هزار دانه رقم پیشگام (۵۰ گرم) و میهن (۴۹ گرم) به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر رقم‌ها بودند. کمترین وزن هزار دانه متعلق به رقم زرین بود (شکل ۲). وزن هزار دانه در گندم یکی از اجزای عملکرد است که صفت نسبتاً پایداری است و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد، مگر اینکه در شرایط تنش شدید قرار بگیرد. این پایداری، به حرکت ذخایر مواد فتوسنتزی از ساقه و سایر بافت‌های رویشی که می‌توانند کمبود این مواد را جبران کنند نسبت داده می‌شود. از سوی دیگر وزن دانه، صفتی ژنتیکی- محیطی عنوان گردیده که با ارقام مختلف، حاصلخیزی خاک، رطوبت خاک، حرارت، آفات و بیماری‌ها تغییر می‌کند (Hamam, 2004).

سعیدی و همکاران (Saeidi *et al*., 2010) گزارش نمودند کاهش وزن دانه و عملکرد دانه ارقام گندم تحت شرایط تنش خشکی مرحله گرده‌افشانی ممکن است ناشی از عدم فراهمی فتوآسمیلات برای پرشدن دانه باشد.

تعداد سنبله در متر مربع

میانگین تعداد سنبله ارقام گندم در واحد سطح با قطع آبیاری در مراحل رشد گلدهی و سنبله‌دهی کاهش یافته است (شکل ۳). واکنش ارقام گندم به زمان کوددهی در شرایط مختلف آبیاری، متفاوت بود. در تیمار آبیاری کامل، بیشترین تعداد سنبله مربوط به رقم زارع با تیمار کوددهی F_2 و کمترین آن مربوط به رقم اروم در تیمار کوددهی F_1 بود. تحت شرایط تیمار قطع آبیاری بعد از گلدهی، بیشترین سنبله متعلق به رقم زارع در همه تیمارهای کوددهی بود. رقم پیشگام دارای کمترین تعداد سنبله در همه تیمارهای کوددهی بود. تحت شرایط قطع آبیاری بعد از مرحله سنبله‌دهی بیشترین و کمترین تعداد سنبله در همه تیمارهای کوددهی به‌ترتیب متعلق به ارقام زارع و پیشگام بود (شکل ۳). تنش خشکی احتمالاً از طریق کاهش تعداد پنجه‌بارور در هر بوته بر تعداد سنبله در واحد سطح تاثیر مستقیمی گذارد. در اوایل دوره رشد به دلیل عدم محدودیت رطوبتی خاک، تعداد پنجه‌های زیادی تولید می‌گردد، ولی در ادامه روند رشد، تخلیه رطوبت خاک توسط پنجه‌ها منجر به اتلاف رطوبت و از بین رفتن درصد بالاتری از پنجه‌ها می‌گردد که در نهایت تعداد سنبله در واحد سطح را کاهش می‌دهد (Senobar *et al*., 2010). نگواکو و ماشیکا (Ngwako and Mashiqa, 2013) گزارش نمودند که تنش خشکی عملکرد دانه و اجزای آن را کاهش داد، به‌طوری‌که تعداد سنبله در شرایط آبی نسبت به عدم آبیاری به‌ترتیب ۲۰/۵۸درصد افزایش نشان داد. فراهمی نیتروژن با افزایش غلظت کلروفیل و شاخص سطح برگ همراه است که از این طریق موجب بهبود جذب نور و تولید ماده خشک می‌گردد. تأثیر مصرف کود نیتروژنه در گندم از طریق بهبود خصوصیات فنولوژیکی، مرفولوژیکی، فیزیولوژیکی گیاه و خواص کیفی دانه بروز کرده و از این طریق عملکرد دانه را افزایش می‌دهد.

عملکرد بیولوژیکی

بالاترین مقدار عملکرد بیولوژیکی با ۲۰/۵ تن در هکتار تحت شرایط آبیاری مطلوب حاصل گردید که تفاوت معنی‌داری از این لحاظ با قطع آبیاری در مرحله گلدهی نداشت (جدول ۲). طهماسبی و همکاران (Tahmasebi *et al*., 2003) کاهش عملکرد بیولوژیکی را در گندم به کاهش سرعت فتوسنتز و تجمع ماده خشک و نهایتاً محدودیت آب در مرحله رشد رویشی نسبت دادند. کمترین عملکرد بیولوژیکی برای زمان کوددهی F_4 حاصل شد. با وجود این، بین سه سطح دیگر کوددهی از این نظر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن‌دار می‌تواند بر رشد و نمو بوته‌ها و در نهایت عملکرد دانه تأثیر گذارد. مصرف نیتروژن در شروع رشد ساقه موجب تحریک توسعه سطح برگ و ظرفیت فتوسنتزی می‌گردد، که افزایش سطوح فتوسنتز بر اثر مصرف نیتروژن در مراحل اولیه رشد از عوامل مؤثر افزایش عملکرد است. تقسیط نیتروژن بر کلیه خصوصیاتی که قبل از مرحله ساقه‌روی تعیین می‌شوند مانند تعداد سنبله، تعداد پنجه، عملکرد بیولوژیکی و سطح برگ پرچم تأثیر منفی دارد و بر خصوصیاتی مانند تعداد دانه و وزن دانه که بعد از این مرحله تعیین

می‌گردند، اثر مثبت دارد (Mosseddeq and Smith, 1994). رقم پیشگام با ۲۰/۶ تن در هکتار بیشترین عملکرد بیولوژیکی را تولید کرد. کمترین عملکرد بیولوژیکی با ۱۶/۴ تن در هکتار متعلق به رقم زارع بود (جدول ۲).

عملکرد دانه

عملکرد دانه ارقام گندم با افت آب قابل‌دسترس به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. متوسط عملکرد رقم‌ها تحت آبیاری کامل ۷/۵ تن در هکتار بود که به ۶/۵ تن در هکتار در شرایط قطع آبیاری کاهش یافت (شکل ۴). کاهش رطوبت در مراحل بحرانی رشد از جمله مرحله گرده‌افشانی و حساسیت دانه‌های گرده نسبت به کمبود آب منجر به کاهش تعداد دانه تولیدی در هر سنبله (ظرفیت مقصد) می‌گردد (Senobar *et al*., 2010). افت عملکرد دانه ارقام گندم بر اثر قطع آبیاری را می‌توان به تأثیر منفی کمبود آب بر تولید دانه‌های تولیدی در سنبله، سنبله‌های بارور و تولید ماده خشک نسبت داد که در نهایت منجر به کاهش وزن دانه گردیده است. در غلات تنش‌خشکی در هر مرحله از دوره رشد گیاه بین آغازش سنبله و رسیدگی، باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود. بر اساس پژوهش‌های صورت گرفته، کاهش عملکرد دانه در حالت تنش خشکی بعد از مرحله گلدهی بیشتر از طریق کاهش وزن هزار دانه گزارش شده است (Richards *et al*., 2002). مراحل ظهور سنبله و گلدهی در گندم از حساس‌ترین مراحل به تنش خشکی محسوب می‌شوند. بخش قابل‌توجهی از اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه ناشی از کاهش تعداد سنبله‌های مولد دانه در هر بوته می‌باشد (Jamieson and Semenov, 2000). کاهش فتوسنتز بعد از گلدهی در اثر تنش خشکی، میزان ماده خشک تولید شده در دانه را مختل نموده و در نتیجه بر عملکرد نهایی دانه اثر منفی دارد. کاهش عملکرد دانه غلات بر اثر تنش خشکی بعد از گرده‌افشانی در بسیاری از تحقیقات دیگر گزارش گردیده است (Ozturk and Aydin, 2004). بیشترین میانگین عملکرد دانه متعلق به رقم میهن با ۸/۱ تن در هکتار و کمترین متعلق به رقم زرین با ۵/۷ تن در هکتار بود. تقسیط کود نیتروژنه نیز باعث بهبود عملکرد دانه ارقام گندم گردید (شکل ۴). همچنین، بررسی اثر متقابل سه جانبه نشان داد واکنش ارقام گندم به زمان‌های متفاوت کوددهی تحت تیمارهای مختلف آبیاری متفاوت بود. بیشترین عملکرد دانه مربوط به رقم میهن با ۹/۴ تن در هکتار تحت تیمار آبیاری کامل و تقسیط کوددهی F_4 بود. این رقم در تمامی تیمارهای کوددهی از وزن دانه بیشتری برخوردار بود. کمترین عملکرد دانه نیز برای رقم زرین با ۶/۱ تن در هکتار در تیمارهای کوددهی F_3 و F_4 حاصل شد (شکل ۴). در شرایط قطع آبیاری در مرحله ظهور سنبله نیز ارقام پیشگام، زارع و میهن واکنش بهتری به تیمارهای کوددهی F_2، F_3 و F_4 در مقایسه با تیمار کوددهی F_1 نشان دادند. به‌طوری‌که، بیشترین افزایش دانه بر اثر تقسیط کوددهی F_3 برای رقم میهن با ۱۶/۰۶ درصد بهبود نسبت به تیمار F_1 مشاهده شد (شکل ۴). در شرایط قطع آبیاری در مرحله گلدهی، بهبود وزن دانه برای تمامی ارقام به غیر از رقم زرین تحت تیمارهای کوددهی F_2، F_3 و F_4 مشاهده گردید. با وجود این، میزان بهبود عملکرد دانه بین رقم‌ها بر اثر تقسیط کوددهی تحت شرایط تنش‌زا متفاوت بود. بیشترین افزایش وزن دانه بر اثر تقسیط کوددهی F_4 در مقایسه با سایر تیمارهای کوددهی با ۳۷ درصد، متعلق به رقم میهن بود

(شکل ۴). تحت شرایط تنش رطوبتی در مرحله گلدهی و سنبله‌دهی رقم میهن به‌ترتیب با ۸/۶ و ۸/۳ تن در هکتار در تیمارهای F_3 و F_4 دارای حداکثر عملکرد دانه بود (جدول ۳). عملکرد دانه ارقام گندم نان با تقسیط کوددهی نیتروژن در مراحل F_3 و F_4 تحت هر دو شرایط آبیاری بهبود یافت. فراهمی نیتروژن با کاربرد تقسیطی و یا نواری آن، عامل مهمی در پنجه‌زنی گیاه محسوب می‌شود، افزایش تعداد سنبله‌بارور و افزایش عملکرد دانه با تقسیط آن مورد انتظار است. بدین‌صورت که تقسیط نیتروژن به زنده ماندن پنجه‌های تولید شده کمک می‌کند، خصوصاً اینکه با اعمال تمام کود نیتروژنه در زمان کاشت تعداد پنجه افزایش می‌یابد، ولی به‌علت عدم وجود نیتروژن در مراحل بعدی تعداد زیادی از پنجه‌های تولید شده ازبین رفته و بدین ترتیب تعداد سنبله بارور در زمان برداشت کم می‌گردد.

مقدار و زمان مصرف کود نیتروژنه می‌تواند بر رشد و نمو بوته‌ها و نهایتاً عملکرد دانه تأثیر گذارد. احتمالاً تأمین کود نیتروژنه ۵۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله تولید پنجه موجب تحریک پنجه‌زنی و افزایش سنبله‌های بارور گردیده است. درحالی‌که، مصرف زیادتر آن (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) در این مرحله از طریق افزایش سطح برگ بر میانگره‌های پایین بوته سایه انداخته و تولید پنجه و در نهایت عملکرد دانه را محدود نموده است. کاربرد کود نیتروژنه در مرحله ساقه‌روی به دلیل تأمین نیتروژن لازم برای افزایش سطح برگ و فتوسنتز احتمالاً بر بهبود عملکرد دانه ارقام گندم تأثیر گذاشته است. از طرفی مصرف کود در مرحله سنبله‌روی و تشکیل مخازن فعال (دانه) برای دریافت مواد فتوسنتزی، نیاز گیاه به نیتروژن افزایش می‌یابد. بنابراین، تأمین کود نیتروژنه در این مرحله احتمالاً از طریق تحریک فتوسنتز، افزایش دوام سطح سبز برگ پرچم و افزایش دوره پرشدن دانه می‌تواند بر تولید بیشتر دانه و نیز افزایش وزن دانه تأثیر داشته باشد (Mosseddeq and Smith, 1994). شهراسبی و همکاران (Shahrasbi *et al*., 2016) در بررسی اثرات تیمار آبیاری و مقادیر نیتروژن بر روی رقم گندم سیروان گزارش نمودند حداکثر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب از تیمارهای ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. قطع آبیاری در مراحل ظهور سنبله و پرشدن دانه با کاهش وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک همراه بود. مصرف نیتروژن تا حد بهینه (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) در هر دو سال تاثیر مثبتی بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و بهره‌وری آب داشت، ولی این اثر در شرایط آبیاری مطلوب و تنش متفاوت بود، به‌طوری‌که با افزایش شدت تنش، از تاثیر مثبت نیتروژن کاسته شد.

شاخص‌های تحمل به خشکی

جهت شناسایی ارقام متحمل به خشکی با استفاده از عملکرد دانه (تن در هکتار) در شرایط مطلوب و تنش، شاخص‌های متحمل به خشکی برای دو سطح قطع آبیاری در مرحله گلدهی و ظهور سنبله تحت تیمارهای مختلف کوددهی به طور جداگانه محاسبه شد (جداول ۳ و ۴).

بر اساس دو شاخص SSI و TOL هر چه مقادیر حاصله کوچک‌تر باشند، رقم مورد نظر متحمل‌تر می‌باشند. گزینش بر اساس شاخص TOL سبب انتخاب ارقامی با عملکرد پایین تحت شرایط بهینه و عملکرد بالا تحت شرایط تنش می‌شود. SSI میزان تغییرات عملکرد هر رقم در شرایط تنش‌زا و بدون تنش را نسبت به میانگین تغییر عملکرد همه ارقام نشان می‌دهد. مقادیر

کمتر از یک برای SSI نشان‌دهنده حساسیت کمتر به تنش خشکی و پایداری بیشتر عملکرد و مقادیر بالاتر از یک نشان‌دهنده حساسیت بالا به تنش خشکی و پایداری ضعیف عملکرد است (Guttieri *et al*., 2005). بر اساس این دو شاخص در هر دو شرایط قطع آبیاری در مرحله ظهور سنبله و گلدهی، ارقام اروم و زارع به‌عنوان متحمل‌ترین ارقام شناسایی شده است. از آنجایی‌که این دو شـــاخص سبب گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد پایین در شرایط بدون تنش و عملکرد بالا در محیط تنش می‌شوند، لذا نتایج حاصله دور از انتظار نیست. بر اساس شاخص‌های STI، HARM، GMP و MP که مقادیر بالای آنها دلالت بر تحمل به خشکی بالای رقم مورد بررسی دارد، تحت شرایط قطع آبیاری ظهور سنبله و مرحله گلدهی ارقام میهن و پیشگام به‌عنوان ارقامی متحمل به تنش کم‌آبی با عملکرد بالا در هر دو محیط و در تمام سطوح کودی شناسایی شدند. این نتایج نشان داد که ارقام متحمل تحت تأثیر نوع تیمار آبیاری و کوددهی قرار نگرفتند و در همه شرایط از پتانسیل عملکرد دانه بالا برخوردار بودند و جزو ارقام باثبات هستند. محمدی و همکاران (Mohammadi *et al*., 2012) در بررسی ارقام گندم نان در تاریخ‌های کاشت مختلف تحت شرایط آبیاری نرمال و تنش رطوبتی انتهای فصل گزارش کردند لاین C-81-10 بهترین لاین بود و بر اساس شاخص‌های STI، GMP، MP و HARM بیشترین تحمل به تنش رطوبتی انتهای فصل را نشان داد. محمودی و همکاران (Mahmoodi *et al*., 2014) گزارش نمودند شاخص‌هایHARM، STI، GMP و MP بهترین شاخص برای شناسایی ارقام متحمل به خشکی گندم بودند.

نتیجه‌گیری کلی

در بررسی صفات مختلف معلوم شد که قطع آبیاری در مراحل ظهور سنبله و گلدهی باعث کاهش تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله بارور در متر مربع می‌شود و برآیند تأثیر این صفات منجر به کاهش عملکرد دانه می‌گردد. مشخص شد ارقام مانند میهن و پیشگام که نسبت به بقیه ارقام دارای اجزای عملکرد مناسب بودند، توانسته‌اند عملکرد مطلوب در شرایط نرمال و تنش خشکی داشته باشند. تقسیط کود در سه مرحله نسبت به دو مرحله کاشت و پنجه‌دهی با توجه به مقدار آب قابل دسترس موجب افزایش عملکرد دانه ارقام گندم گردید و این ارقام در هر شرایط آبیاری و کوددهی از نظر عملکرد دانه بر سایر ارقام برتری داشتند.

سپاس‌گزاری

بدینوسیله نگارندگان از کلیه همکاران ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب که امکانات لازم برای انجام این تحقیق و بررســی را فراهــم نمــودند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی
Table 1- The Anova table of evaluated traits

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی DF	میانگین مربعات (MS)				
		دانه در سنبله Grain per spike	وزن هزار دانه 1000-grain weight	سنبله در متر مربع spike per m^2	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	عملکرد دانه Grain yield
تکرار Replication	2	117.02	37.37	15455.5	19.47	1.47
آبیاری Irrigation	2	1264.84^{**}	0.422^{ns}	14770.4^{*}	271.66^{*}	2.53^{*}
اشتباه اصلی Main error	4	65.42	10.73	2493.1	15.57	0.22
کوددهی Fertilizing	3	173.92^{ns}	70.99^{ns}	25926.7^{**}	22.58^{*}	3.02^{**}
کوددهی × آبیاری Fertilizing × Irrigation	6	41.95^{ns}	13.63^{ns}	3689.3^{ns}	4.31^{ns}	0.33^{ns}
اشتباه فرعی Sub error	18	92.06	23.68	1969.6	6.59	0.27
رقم Cultivar	4	868.10^{**}	315.03^{**}	218517.6^{**}	99.88^{**}	35.47^{**}
رقم × آبیاری Cultivar × Irrigation	8	136.77^{*}	23.18^{ns}	29497.1^{**}	5.77^{ns}	3.32^{**}
رقم × کوددهی Cultivar × Fertilizing	12	72.49^{ns}	11.39^{ns}	6161.8^{*}	5.12^{ns}	0.67^{*}
رقم × آبیاری × کوددهی Cultuvar×Irrigation×Fertilizing	24	90.75^{ns}	31.16^{ns}	6224.2^{**}	7.88^{ns}	0.72^{**}
اشتباه فرعی فرعی Sub sub error	96	66.44	21.16	2911.2	6.40	0.34
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	15.71	9.76	8.24	13.63	8.47

ns، ** و * به ترتیب بیانگر غیر معنی‌دار بودن و معنی‌دار بودن در سطح احتمال یک و پنج درصد می‌باشند
ns, ** and * represents non-significant and significant at 1% and 5% probability level, respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین سطوح مختلف فاکتورهای مورد بررسی بر اساس صفت عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)
Table 2- Mean comparison of different levels of evaluated factors based on biological yield ($t.ha^{-1}$) trait

رقم Cultivar					زمان کوددهی Time of fertilizing				آبیاری Irrigation		
میهن Mihan	زارع Zare	اروم Urum	پیشگام Pishgam	زرین Zarrin	F_4	F_3	F_2	F_1	I_3	I_2	I_1
19.5^{b}	16.4^{c}	17.5^{c}	20.7^{a}	18.7^{b}	17.6^{b}	19.0^{a}	19.2^{a}	18.4^{ab}	16.3^{b}	18.9^{a}	20.5^{a}

F_1- ۲۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مراحل کاشت و پنجه‌دهی، F_2- ۲۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مراحل کاشت و ظهور ساقه، F_3- ۲۰، ۵۰ و ۵۰کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مراحل کاشت، پنجه‌دهی و ظهور ساقه، F_4- ۲۰، ۵۰ و ۵۰کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مراحل کاشت، پنجه‌دهی و ظهور سنبله. سطوح مختلف آبیاری شامل I_1: آبیاری کامل، I_2:قطع آبیاری در مرحله ظهور سنبله، I_3:قطع آبیاری در مرحله گلدهی.
F1: 20 and100 kg/ha in sowing and tillering stages respectively, F2: 20 ansd100 kg/ha in sowing and booting stages respectively, F3: 20, 50 and 50 kg/ha in sowing , tillering and bolting stages respectively, F4: 20 , 50 and 50 kg/ha in sowing, tillering and heading stages, respectively. Irrigation levels: I_1: full irrigation, I_2: stop of irrigation at heading stage, I_3: stop of irrigation anthesis stage

.جدول ۳- مقادیر شاخص‌های تحمل به خشکی در شرایط قطع آبیاری در مرحله گلدهی

Table 3- Drought tolerance indices values in irrigation stop of flowering stage

کود Fertilizer	رقم Cultivar	Yp	Ys	TOL	MP	GMP	SSI	STI	HARM
F_1	زرین Zarrin	6.26	6.12	0.14	6.19	6.19	0.14	0.85	6.19
	پیشگام Pishgam	8.38	7.18	1.20	7.78	7.75	0.91	1.34	7.73
	اروم Urum	6.33	5.16	1.16	5.74	5.72	1.17	0.73	5.69
	زارع Zare	6.91	6.03	0.88	6.47	6.46	0.80	0.93	6.44
	میهن Mihan	8.67	6.28	2.39	7.47	7.38	1.74	1.21	7.28
F_2	زرین Zarrin	6.60	4.74	1.87	5.67	5.59	2.80	0.62	5.52
	پیشگام Pishgam	8.49	8.16	0.33	8.33	8.33	0.39	1.37	8.32
	اروم Urum	6.61	5.70	0.91	6.16	6.14	1.36	0.75	6.13
	زارع Zare	7.17	7.14	0.03	7.16	7.16	0.04	1.01	7.16
	میهن Mihan	8.64	7.99	0.65	8.31	8.31	0.75	1.36	8.30
F_3	زرین Zarrin	6.02	5.77	0.25	5.90	5.89	0.43	0.67	5.89
	پیشگام Pishgam	8.23	7.77	0.47	8.00	8.00	0.58	1.23	7.99
	اروم Urum	7.14	6.50	0.64	6.82	6.81	0.93	0.89	6.80
	زارع Zare	7.53	6.67	0.87	7.10	7.09	1.18	0.97	7.07
	میهن Mihan	9.00	7.53	1.47	8.26	8.23	1.67	1.30	8.20
F_4	زرین Zarrin	6.15	5.88	0.26	6.01	6.01	0.36	0.69	6.01
	پیشگام Pishgam	9.00	7.00	2.00	8.00	7.94	1.85	1.20	7.87
	اروم Urum	6.67	6.15	0.51	6.41	6.40	0.64	0.78	6.40
	زارع Zare	7.41	6.36	1.06	6.89	6.61	1.19	0.83	6.35
	میهن Mihan	9.40	8.60	0.80	9.00	8.99	0.71	1.54	8.98

F_1- ۲۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مراحل کاشت و پنجه‌دهی، F_2- ۲۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مراحل کاشت و ظهور ساقه، F_3- ۲۰ ، ۵۰ و ۵۰کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مراحل کاشت، پنجه‌دهی و ظهور ساقه، F_4- ۲۰ ، ۵۰ و ۵۰کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مراحل کاشت، پنجه‌دهی و ظهور سنبله.

F1: 20 and100 kg/ha in sowing and tillering stages respectively, F2: 20 ansd100 kg/ha in sowing and booting stages respectively, F3: 20, 50 and 50 kg/ha in sowing, tillering and bolting stages respectively, F4: 20 , 50 and 50 kg/ha in sowing, tillering and heading stages, respectively.

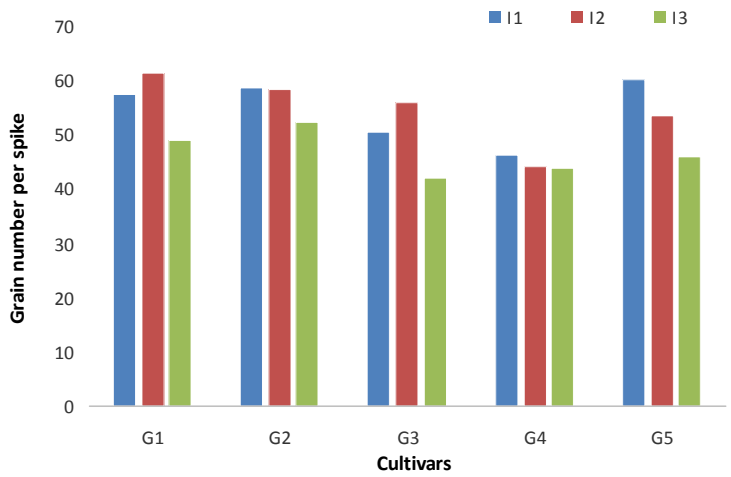
جدول ۴- مقادیر شاخص‌های تحمل به خشکی در شرایط قطع آبیاری در مرحله ظهور سنبله.

Table 4- Drought tolerance indices values in irrigation stop of heading stage

کود Fertilizer	رقم Cultivar	Yp	Ys	TOL	MP	GMP	SSI	STI	HARM
	زرین Zarrin	6.26	5.20	1.06	5.73	5.70	1.33	0.70	5.68
	پیشگام Pishgam	8.38	7.03	1.35	7.70	7.67	1.26	1.26	7.64
F_1	اروم Urum	6.33	6.08	0.25	6.20	5.72	0.31	0.70	5.27
	زارع Zare	6.91	6.40	0.51	6.66	6.22	0.57	0.83	5.80
	میهن Mihan	8.67	7.17	1.50	7.92	7.88	1.36	1.33	7.85
	زرین Zarrin	6.60	5.72	0.89	6.16	6.14	1.44	0.74	6.13
	پیشگام Pishgam	8.49	7.05	1.44	7.77	7.59	1.82	1.13	7.41
F_2	اروم Urum	6.61	6.61	0.00	6.61	6.14	0.00	0.74	5.70
	زارع Zare	7.17	6.92	0.25	7.05	7.05	0.37	0.97	7.04
	میهن Mihan	8.64	7.71	0.93	8.18	8.16	1.15	1.30	8.15
	زرین Zarrin	6.02	5.68	0.34	5.85	5.85	1.04	0.63	5.85
	پیشگام Pishgam	8.23	7.41	0.82	7.82	7.81	1.84	1.12	7.80
F_3	اروم Urum	7.14	6.59	0.55	6.87	6.86	1.42	0.86	6.85
	زارع Zare	7.53	7.87	-0.34	7.70	7.24	-0.82	0.96	6.81
	میهن Mihan	9.00	8.32	0.68	8.66	8.65	1.39	1.37	8.64
	زرین Zarrin	6.15	4.66	1.49	5.40	5.35	2.00	0.55	5.30
	پیشگام Pishgam	9.00	7.98	1.02	8.49	8.47	0.94	1.37	8.46
F_4	اروم Urum	6.67	6.43	0.23	6.55	6.29	0.29	0.75	6.04
	زارع Zare	7.41	6.88	0.54	7.14	6.61	0.60	0.83	6.12
	میهن Mihan	9.40	8.00	1.40	8.70	8.67	1.23	1.43	8.64

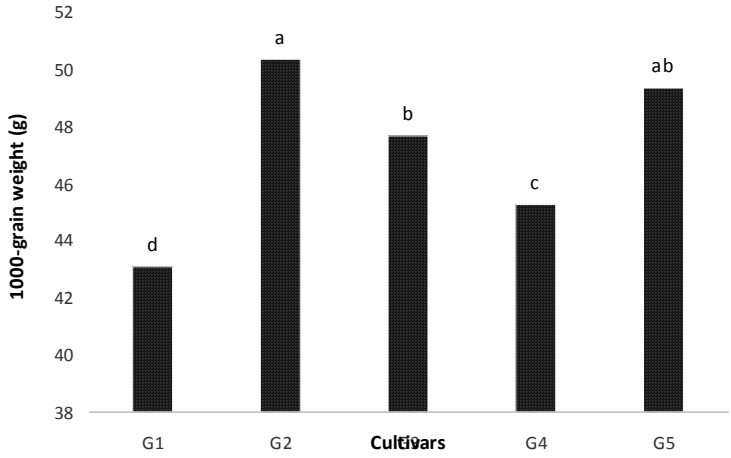
F_1- ۲۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مراحل کاشت و پنجه‌دهی، F_2- ۲۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مراحل کاشت و ظهور ساقه، F_3- ۲۰ ، ۵۰ و ۵۰کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مراحل کاشت، پنجه‌دهی و ظهور ساقه، F_4- ۲۰ ، ۵۰ و ۵۰کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مراحل کاشت، پنجه‌دهی و ظهور سنبله.

F1: 20 and100 kg/ha in sowing and tillering stages respectively, F2: 20 ansd100 kg/ha in sowing and booting stages respectively, F3: 20, 50 and 50 kg/ha in sowing , tillering and bolting stages respectively, F4: 20 , 50 and 50 kg/ha in sowing, tillering and heading stages, respectively.



شکل ۱- مقایسه میانگین تعداد دانه در سنبله ارقام گندم تحت تیمارهای مختلف آبیاری

Figure 1- Mean comparison of wheat cultivars grain number per spike under different irrigation treatments

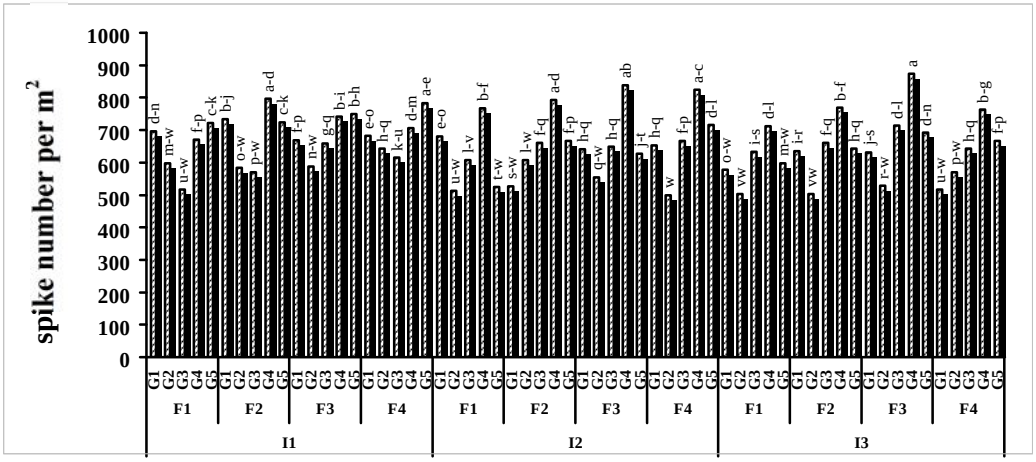


شکل ۲- مقایسه میانگین وزن هزار دانه ارقام گندم مورد بررسی

Figure 2- Mean comparison of 1000-grain weight of assayed wheat cultivars

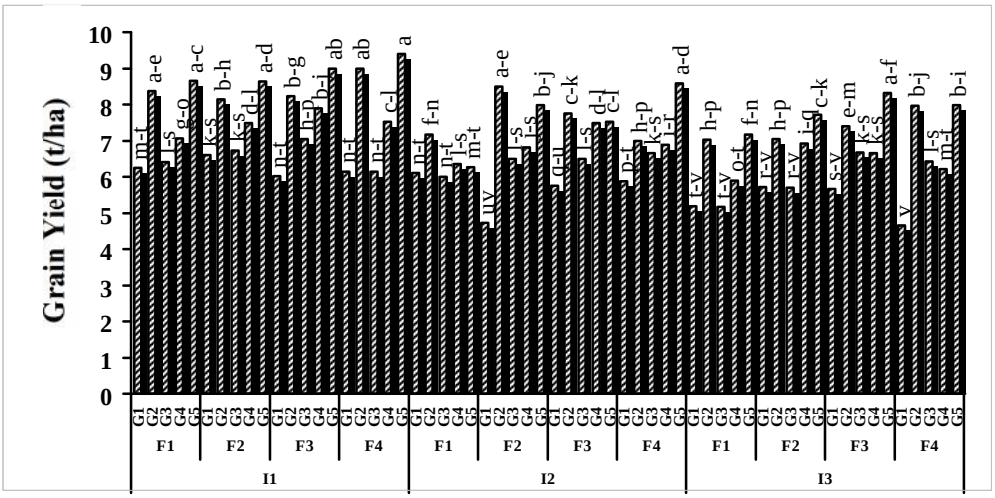
G_1، G_2، G_3، G_4 و G_5 به‌ترتیب شامل ارقام گندم زرین، پیشگام، اروم، زارع و میهن

G_1, G_2, G_3, G_4 and G_5 are wheat cultivars Zarrin, Pishgam, Urum, Zare and Mihan, respectively.



شکل ۳- میانگین تعداد سنبله در متر مربع ارقام گندم تحت تیمارهای مختلف آبیاری و زمان‌های متفاوت کوددهی.

Figure 3- The mean comparison of spike number per m^2 of wheat cultivars under different irrigation and time of fertilizing treatments.



شکل ۴- میانگین عملکرد دانه ارقام گندم تحت تیمارهای مختلف آبیاری و زمان‌های متفاوت کوددهی

Figure 4- The mean comparison of wheat cultivars grain yield under different irrigation and application of nitrogen fertilizer treatments

F_1- ۲۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بترتیب در مراحل کاشت و پنجه‌دهی، F_2- ۲۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بترتیب در مراحل کاشت و ظهور ساقه، F_3- ۲۰ ، ۵۰ و ۵۰کیلوگرم در هکتار بترتیب در مراحل کاشت، پنجه‌دهی و ظهور ساقه، F_4- ۲۰ ، ۵۰ و ۵۰کیلوگرم در هکتار بترتیب در مراحل کاشت، پنجه‌دهی و ظهور سنبله. سطوح مختلف آبیاری شامل I_1: آبیاری کامل ، I_2:قطع آبیاری در مرحله ظهور سنبله، I_3:قطع آبیاری در مرحله گلدهی. G_1، G_2،G_3، G_4 و G_5 به ترتیب شامل ارقام گندم زرین، پیشگام، اروم، زارع و میهن.

F1: 20 and100 kg/ha in sowing and tillering stages respectively, F2: 20 ansd100 kg/ha in sowing and booting stages respectively, F3: 20, 50 and 50 kg/ha in sowing , tillering and bolting stages respectively, F4: 20 , 50 and 50 kg/ha in sowing, tillering and heading stages, respectively**.** Irrigation levels: I_1: full irrigation, I_2: stop of irrigation at heading stage, I_3: stop of irrigation anthesis stage. G_1, G_2, G_3, G_4 and G_5 are wheat cultivars Zarrin, Pishgam, Urum, Zare and Mihan, respectively.

References منابع مورد استفاده

- Akram, M. 2011. Growth and yield components of wheat under water stress of different growth stages. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*. 36:455-468.
- Albrizio, R., M. Todorovic, T. Matic, and A. Stellacci. 2010. Comparing the interactive effects of water and nitrogen on durum wheat and barley grown in a Mediterranean environment. *Field Crops Research*. 115:179–190.
- Bahrani A., S. Hamedi, and M.S. Tadayon. 2013. Response of wheat and barley to nitrogen and drought stress. *Journal of Plant Physiology*. 13:1-14. (In Persian).
- Bakhshande A., A. Fard, and A. Naderi. 2003. Comparing of grain yield and its components of wheat genotyps in low irrigation in Ahwaz. *Research and Development Journal*. 16(4):57-65. (In Persian).
- Dhanda, S.S., G.S. Sethi, and R.K. Behl. 2004. Indices of drought tolerance in wheat genotypes at early stages of plant growth. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 190: 6-12.
- Farshadfar, E., and J. Sutka. 2002. Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. *Cereal Research Communications*. 31:33-39.
- Fathi, G., N. Aryannia, and M. R. Enayatgholizadeh. 2010. Crop physiology. Shoushtar Branch, Islamic Azad University Press. pp: 300. (In Persian)
- Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing stress tolerance. In: Kuo, C.G. (Ed.), Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress, Publication, Tainan, Taiwan.
- Fischer, A., and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars.1-Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*. 29:897-912.
- Garuzzi, P.R., M. Dalumbo, R.G. Gampani, G.L. Ricciarid, and P. Borgh. 1997. Evaluation of field and laboratory predictor of drought and heat tolerance in winter cereals. *Canadian Journal of Science*. 77:523-531.
- Guttieri, M.J., R. McLean, J.C. Stark, and E. Souza. 2005. Managing irrigation and nitrogen fertility of hard spring wheat for optimum bread and noodle quality. *Crop Science*. 45:2049-2059.
- Hamam, K.A.M. 2004. Improving crop varieties of spring barley for drought and heat tolerance with AB-QTL analysis. Ph.D. Thesis. Bonn, Germany, 139pp.
- Jamieson, P.D., and M.A. Semenov. 2000. Modelling nitrogen uptake and redistribution in wheat. *Field Crops Research*. 68:21-29.
- Jatoi W.A., M.J. Baloch, M.B. Kumbhar, N.U. Khan, and M.I. Kerio. 2011. Effect of water stress on physiological and yield parameters at anthesis stage in elite spring wheat cultivars. *Sarhad Journal of Agriculture*. 27:59-65.
- Mahmoodi, E., S. Mohammadi, and J. Saba. 2014. Evaluation of seed yield and drought tolerance indices in wheat lines under normal and grain filling stage water stress conditions. *Journal of Crop Ecophysiology*. 8(2):271-284. (In Persian).
- Mohammadi, S., M. Janmohammadi, A. Javanmard, N. Sabaghnia, M. Rezaie, and A. Yazdacepas. 2012. Assessment drought tolerant indices in bread wheat genotypes under different sowing dates. *Cercetari Agronomic in Moldova*. 3(151):25-39.

- Mosseddeq, F., and D.M. Smith. 1994. Timing of nitrogen application to enhance spring wheat yield in Mediterranean climate. *Agronomy Journal*. 86: 221-226.
- Ngwako, S., and P.K. Mashiqa. 2013. The effect of irrigation on the growth and yield of winter wheat cultivars. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 5(9): 976-982.
- Ozturk, A., and F. Aydin. 2004. Effect of water stress at various stages on some quality characteristics and redistribution in spring wheat mulched with plastic film. *Crop Science*. 38: 1562-1568.
- Richards, R.A., G.J. Rebetzke, A.G. Condon, and A.F. van Herwarrden. 2002. Breeding opportunities for increasing the efficiently of water use and crop yield in temperate cereals. *Crop Science*. 42: 111–131.
- Rossielle, A., and A.J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for stress and non-stress environment. *Crop Science*. 21: 1441-1446.
- Sabaghpour, S.H., A.A. Mahmodi, A. Saeed, K. Masood, and R.S. Malhotra. 2006. Study on chickpea drought tolerance lines under dry land condition of Iran. *Indian Journal Crop Science*. 1: 70-73.
- Saeidi, M., F. Moradi, A. Ahmadi, R. Spehri, G. Najafian, and A. Shabani. 2010. The effects of terminal water stress on physiological characteristics and sink- source relations in two bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Iranian Journal of Crop Science.* 12: 392-408. (In Persian).
- Sedlar, O., J. Balik, O. Kozlovsky, L. Peklova, and K. Kubesova. 2013. Dynamics of the nitrogen uptake by spring barley at injection application of nitrogen fertilizers. *Journal of Plant Soil Environment.* 59:392–397.
- Senobar, A., A. Tabatabaei, and F. Dehgani. 2010. Effect of irrigation on grain yield, yield components and harvest index of wheat genotype in Yazd. *Journal of Environmental Stresses in Agronomy*. 3:22-35. (In Persian).
- Shahrasbi, S., Y. Emam, A. Ronaghi, and H. Pirasteh-Anosheh. 2016. Effect of drought stress and nitrogen fertilizer on grain yield and agronomic nitrogen use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Sirvan) in Fars Province, Iran conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences.* 17(4):349 -363. (In Persian).
- Shamsi, K., and S. Kobraee. 2011. Bread wheat production under drought stress conditions. *Annals of Biological Research*. 2 (3):352-358.
- Subedi, K. D., B.L. Ma, and A.G. Xue. 2007. Planting date and nitrogen effects on grain yield and protein content of spring wheat. *Crop Science*. 47:36-44.
- Tahmasebi, Z., C.F. Jenner, and G. Mac Donald. 2003. Dry matter and nitrogen remobilization of two wheat genotypes under post-anthesis water stress condition. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 5:21-28.
- Yang. J.C., J.H. Zhang, Z.L. Huang, Q.S. Zhu, and L. Wang. 2000. Remobilization of carbon reserves is improved by controlled soil-drying during grain filling of wheat. *Crop Science*. 40:1645-1655.
- Zi-zhenli, L., D.L. Wei, and L.L. Wen. 2004. Dry-period irrigation and fertilizer application affect water use and yield of spring wheat in semi-arid region. *Agricultural Journal of Water Management*. 65:133-143.

Response of Bread Wheat Varieties to Application of Nitrogen Fertilizer under Different Irrigation Treatments

Parisa Ghahremani[1], Soleyman Mohammadi[2*], and Hashem Hadi[1]

Received: November 2016 , Revised: 23 September 2017, Accepted: 1 November 2017

Abstract

The assessment of water deficit stress and timing of nitrogen fertilizer application effects on seed yield and its components in bread wheat cultivars were carried out in a an split split plot experiment based on RCB design with three replications was carried out. Experimental factors consisted of different levels of irrigation (full irrigation, stopping irrigation at heading and anthesis stages) that were assigned to main plots, and four levels of nitrogen fertilizer applications (F1: 20 and100 kg/ha at sowing and tillering stages respectively, F2: 20 and 100 kg/ha at sowing and booting stages respectively, F3: 20, 50 and 50 kg/ha at sowing , tillering and booting stages respectively, F4: 20 , 50 and 50 kg/ha in sowing, tillering and heading stages, respectively) to sub plots and five bread wheat cultivars (Zarrin, Pishgam, Urum, Zare and Mihan) to the sub sub plots. The results showed that mean yield of cultivars was 7.5 t/ha and it was decreased to 6.5 t/ha at stopping irrigation. The highest and lowest yield belonged to Mihan (8.1 t/ha) and Zarrin (5.7 t/ha) cultivars, respectively. Highest yield belonged to Mihan cultivar (9.4 t/ha) under full irrigation and F_4 fertilizing treatments. Under deficit water stress condition at heading and flowering stages, the Mihan cultivar produced the highest yield with 8.3 and 8.6 t/ha at F_3 and F_4 treatments, respectively. Pishgam, Zare and Mihan cultivars responded properly to F_2, F_3 and F_4 fertilizing treatments when irrigation stopped at heading stage, in comparison with F_1 fertilizing treatment. Based on drought tolerance indices, Mihan and Pishgam identified as high performance cultivars under both stress and non-stress conditions.

Key words: Bread wheat, Irrigation treatments, Nitrogen fertilizer, Seed yield.

1- M.Sc. Graduated and Assistant Prof., Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.
2- Assistant Professor Seed and Plant Improvement Research Department, West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Urmia, Iran.
* *Corresponding Author: soleyman_45@yahoo.com*