بررسی اثر روش آبیاری بر شاخص برداشت و بهره‌وری آب دو رقم گندم در شرایط استفاده از کود ازته

مهدی مکاری[1*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۴/۲۱)

چکیده

استفاده بهینه از منابع آبی با توجه به شرایط اقلیمی کشور و خشکسالی‌های اخیر امری ضروری به‌نظر می‌رسد. یکی از راه‌کارهای مدیریتی مناسب، افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی است. روش آبیاری و استفاده از سطوح مختلف کود نیتروژن از جمله عوامل تأثیرگذار در افزایش بهره‌وری آب هستند. لذا این پژوهش به‌منظور بررسی اثر روش آبیاری و کود نیتروژن بر شاخص برداشت و بهره‌وری آب دو رقم گندم، با ۳۶ تیمار در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی و به‌صورت کرت‌های دو بار خرد شده با سه تکرار در سال زراعی ۹۸-۹۷ در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان کاشمر اجرا شد. تیمارها شامل دو روش آبیاری سطحی نواری با انتهای بسته و قطره‌ای به‌عنوان کرت‌های اصلی، سه سطح کود نیتروژن (از منبع اوره) شامل صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان کرت‌های فرعی و دو رقم گندم پیشگام و سیروان به‌عنوان کرت‌های فرعی فرعی بودند. نتایج نشان داد که با تغییر روش آبیاری از نواری به قطره‌ای عملکرد دانه، شاخص برداشت و بهره‌وری آب به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. نتایج همچنین نشان داد که عملکرد دانه و اجزای آن، شاخص برداشت و بهره‌وری آب در سطوح کودی ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند. از طرفی عملکرد دانه و اجزای آن، شاخص برداشت و بهره‌وری آب در رقم سیروان در مقایسه با رقم پیشگام به‌طور معنی‌داری بیشتر بودند ($P < ۰/۰۱$). با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش می‌توان روش آبیاری قطره‌ای، سطح کودی ۵۰ کیلوگرم در هکتار و رقم سیروان را برای منطقه خشک کاشمر پیشنهاد کرد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد دانه، بهره‌وری آب، شاخص برداشت

۱. گروه علوم و مهندسی آب، مرکز آموزش عالی کاشمر، ایران

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: mehdimokari@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) مهم‌ترین گیاه زراعی و اولین غله دانه‌ای دنیا است که در مساحت وسیعی از زمین‌های کشاورزی در دنیا کشت می‌شود. توانایی سازگاری گندم با اقلیم‌های مختلف به حدی است که در سراسر کره زمین قابلیت زراعت دارد (۶). رشد مطلوب گندم و دستیابی به حداکثر کیفیت و کمیت محصول، مستلزم وجود مقدار کافی و متعادلی از عناصر کم مصرف و پرمصرف در خاک است. مصرف بیش از حد نیتروژن موجب تحریک رشد رویشی بیش از حد گیاه، نازک و دراز شدن ساقه و درنتیجه خوابیدگی بوته‌ها و مصرف مقادیر زیاد آب می‌شود. بالا بودن محتوای نیتروژن خاک در صورتی که مقدار سایر عناصر غذایی کم باشد، باعث طولانی‌تر شدن دوره رشد گیاه شده و رسیدگی محصول گندم را به تأخیر می‌اندازد (۹). نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی در تولید گندم محسوب شده و تخمین زده شده است که ۶۷ درصد از کل کود مصرفی غلات در سطح جهان، مربوط به کودهای نیتروژن است. بهره‌وری جذب نیتروژن برای تولید غلات حدود ۳۳ درصد درنظر گرفته شده و ۶۷ درصد بقیه به‌صورت هدررفت نیتروژن (تصعید، آبشویی و غیره) است (۲۳)، بنابراین برای دست یافتن به حد مطلوب مقدار کود نیتروژن برای هر رقم گندم و برای هر منطقه پژوهش‌های زیادی مورد نیاز است. مقدار کودهای نیتروژن‌دار مورد نیاز گیاهان زراعی برای رسیدن به عملکردهای بهینه به نوع محصول، خاک، اقلیم، شرایط زراعی و سن فیزیولوژیک گیاه وابسته است، به‌طوری که میزان رشد در ارقام مختلف یک گونه زراعی ممکن است نسبت به یک میزان مشخص نیتروژن، متفاوت باشد (۷).

نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی و عامل کلیدی دستیابی به عملکرد مطلوب از محصولات زراعی است و نقش مهمی در افزایش عملکرد دارد (۱۸). از عمده عوامل مؤثر و مهم بر خواص کمی و کیفی گندم توزیع متعادل کودها به‌ویژه نیتروژن و گوگرد است. پویایی و تحرک بالای نیتروژن در خاک باعث شده است تا زمان مصرف آن برای موفقیت در جذب نیتروژن توسط دانه و تولید دانه و پروتئین آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد (۱۰). مصرف نیتروژن در مراحل مختلف رشد گندم از طریق افزایش تعداد پنجه در هر بوته، تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در هر سنبله، وزن هزار دانه و تجمع بیشتر مادهٔ خشک موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود (۲۵).

شارما و همکاران (۲۶) تأثیر روش‌های مختلف آبیاری را بر عملکرد و بهره‌وری مصرف آب گندم در هندوستان مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که صرفه‌جویی در مصرف آب در آبیاری بارانی در مقایسه با آبیاری سطحی ۱۲/۵ درصد بیشتر بود. عملکرد دانه در آبیاری بارانی نسبت به آبیاری سطحی به اندازه ۱۶/۲۲ درصد بیشتر بود. نتایج همچنین نشان داد که بهره‌وری آب در آبیاری بارانی نسبت به آبیاری سطحی ۳۰/۷۶ درصد افزایش داشت.

احمدی‌نژاد و همکاران (۱) اثر کودهای آلی و نیتروژن بر بهره‌وری آب، عملکرد و ویژگی‌های رشد گندم (رقم الوند) را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که مصرف ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ در بوته، شاخص کلروفیل برگ‌ها و بهره‌وری آب را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد اما بر تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، تعداد سنبلچه در سنبله و شاخص برداشت اثر معنی‌داری نداشت.

امیدی‌نسب و همکاران (۲۰) اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن و تراکم بذر در کشت مستقیم دو رقم گندم بهاره را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که افزایش مصرف نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش معنی‌دار در عملکرد دانه شد. کیخایی و گنجی خرم دل (۱۵) در پژوهشی نشان دادند که اثر روش آبیاری بر صفات مورفولوژیک گندم هامون معنی‌دار نبود. آنها در مطالعه خود تأثیر کم‌آبیاری با دو روش نواری و شیاری بر عملکرد و بهره‌وری آب گندم هامون را مورد بررسی قرار دادند. پژوهش وفاپور و همکاران (۲۸) نشان داد که اثر سطوح

www.SID.ir

Archive of SID

مختلف کود بر ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گندم رقم الوند اثر معنی‌دار داشت به‌طوری که با افزایش سطح کود صفات مورفولوژیک مذکور افزایش یافتند. نتیجه مطالعه آنها همچنین نشان داد که سطوح مختلف کود بر شاخص برداشت اثر معنی‌داری نداشت. خیاط و همکاران (۱۶) اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد دانه گندم دوروم در خوزستان را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در تیمار کاربرد ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به دست آمد. آنها در مطالعه خود از سه سطح نیتروژن شامل: ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به‌عنوان عامل اصلی و سه رقم گندم شامل یاواروس، شوا و S78 به‌عنوان عامل فرعی استفاده کردند.

تدین و امام (۲۷) در پژوهش خود نشان دادند که بیشترین شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته و عملکرد دانه از بالاترین سطح تیمار کودی (یعنی ۸۰ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. آنها در مطالعه خود کود نیتروژن را در سه سطح صفر، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار به‌کار بردند. شهراسبی و همکاران (۲۴) در پژوهش خود نشان دادند که مصرف نیتروژن تا حد بهینه (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) تأثیر مثبتی بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و بهره‌وری آب داشت. امیدی‌نسب و همکاران (۲۱) نیز در پژوهش خود افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گندم را به‌ازای مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، گزارش کردند.

با توجه به محدودیت منابع آبی و نشست زمین در شهرستان کاشمر، استفاده بهینه از منابع آبی موجود نقش مهمی در جلوگیری از تشدید این بحران در این منطقه دارد. از طرفی استفاده بی‌رویه از کودهای ازته در زراعت‌های آبی، خطر آلودگی منابع آب زیرزمینی را به‌دنبال خواهد داشت. بنابراین هدف این مطالعه بررسی بهره‌وری آب در روش آبیاری قطره‌ای و سطحی نواری و همچنین حد مطلوب استفاده از کود ازته در زراعت گندم در شهرستان کاشمر بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در پاییز سال ۱۳۹۷ در مزرعه کشاورزی واقع در ۵ کیلومتری جنوب شهرستان کاشمر، با طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۸ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۲۴ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۱۰۹/۷ متر از سطح دریا اجرا شد. میانگین دمای سالیانه ۱۷/۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه ۱۹۲/۱ میلی‌متر است. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه و خصوصیات شیمیایی آب آبیاری به‌ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است.

این آزمایش به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در ۳ تکرار و با سه عامل روش آبیاری، کود نیتروژن و رقم اجرا شد. در این بررسی دو روش آبیاری شامل قطره‌ای و سطحی نواری به‌عنوان کرت اصلی و سه سطح کود نیتروژن (از منبع اوره) شامل صفر (شاهد)، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان کرت فرعی و دو رقم گندم شامل پیشگام و سیروان به‌عنوان کرت فرعی فرعی مورد استفاده قرار گرفتند. کودهای مورد نیاز بر اساس نتایج آزمایش خاک مشخص شد. بر این اساس سطح مطلوب کود نیتروژن (با توجه به میزان آن در خاک، جذب به‌وسیله گیاه، تلفات از طریق آبشویی و تصعید از سطح خاک) ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن (از منبع اوره) در هکتار تشخیص داده شد. سطوح دیگر ۵۰ و صفر کیلوگرم بر این اساس اختیار شد که هدف بررسی عکس العمل گیاه به تنش نیتروژن بود.

کاشت بذر پس از تهیه زمین و کرت‌بندی، در تاریخ اول آذر انجام شد. کرت‌های آزمایشی به عرض دو متر با ۱۰ ردیف کاشت به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر و طول پنج متر بودند. فاصله بین کرت‌های اصلی دو متر و فاصله بین کرت‌های فرعی به اندازه ۷۵ سانتی‌متر بود.

برای آبیاری قطره‌ای از نوارهای تیپ با فاصله روزنه‌های خروجی ۲۰ سانتی‌متر و آبدهی ۲ لیتر در ساعت به‌ازای هر متر طول لوله در فشار کارکرد ۵ تا ۶ متر استفاده شد. برای

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

درصد رطوبت وزنی							
عمق خاک (cm)	OC (%)	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH	FC	PWP	بافت خاک	جرم مخصوص ظاهری (gcm^{-3})
۰–۳۰	۰/۶۵	۱/۱	۷/۴	۲۲	۱۲	لومی رسی	۱/۶۵

جدول ۲. خصوصیات شیمیایی آب آبیاری

EC ($dS\ m^{-1}$)	غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها ($meqL^{-1}$)				مواد محلول	pH
	Na^{+}	$Ca^{2+}+Mg^{2+}$	HCO^{3-}	Cl	TDS (ppm)	
۰/۸۴	۱/۲	۳/۶	۳/۴	۱/۱	۳۱۰	۷/۸

اندازه‌گیری فشار و تنظیم مقدار حجم آب ورودی به هر یک از تیمارهای آبیاری پس از عبور آب از صافی، از شیرفلکه، کنتور و فشارسنج استفاده شد.

محاسبات نیاز آبی

برای محاسبه تبخیر و تعرق مرجع از فرمول پنمن مانتیث اصلاح شده استفاده شد (۳). برای استفاده از فرمول پنمن مانتیث اصلاح شده، پارامترهای مورد نیاز از جمله دمای بیشینه و کمینه، رطوبت نسبی بیشینه و کمینه، سرعت باد و ساعات آفتابی به‌صورت روزانه از ایستگاه همدیدی کاشمر اخذ و تبخیر و تعرق گیاه مرجع محاسبه شد. سپس نیاز آبی گیاه با اعمال ضریب گیاهی گندم در مراحل مختلف رشد (اقتباس از نشریه ۵۶ فائو) و با استفاده از رابطه زیر تعیین شد:

$$ET_C = K_C \times ET_0 \qquad (۱)$$

که در رابطه فوق، ET_0 تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع (میلی‌متر در روز)، ET_C نیاز آبی گیاه (میلی‌متر بر روز) و K_C ضریب گیاهی است. برای محاسبه بارندگی مؤثر از روش ارائه شده توسط سازمان حفاظت خاک امریکا (SCS) استفاده شد:

$$P_e = \frac{P_t \times \left[125 - \left(0.2 \times P_t\right)\right]}{125} \qquad (۲)$$

که در این رابطه، P_e میزان بارندگی مؤثر برحسب میلی‌متر و P_t باران کل ماهانه (mm) است.

دور آبیاری برای آبیاری قطره‌ای ۳ روز و برای آبیاری نواری ۷ روز بر اساس عرف منطقه درنظر گرفته شد. برای محاسبه عمق خالص آبیاری در آبیاری نواری از رابطه (۳) و در آبیاری قطره ای از رابطه (۴) استفاده شد (۲):

$$d_n = \sum_{i=1}^{7} ET_{Ci} - P_e \qquad (۳)$$

$$d_n = K_r \times (\sum_{i=1}^{3} ET_{Ci} - P_e) \qquad (۴)$$

که در روابط فوق، d_n عمق خالص آبیاری (mm) و K_r ضریب مربوط به سطح سایه اندازی گیاه (یعنی درصد پوشش گیاهی نسبت به کل سطح مزرعه) در آبیاری قطره‌ای است.

سپس با درنظر گرفتن راندمان کاربرد ۹۰ درصد برای آبیاری قطره‌ای و ۶۰ درصد برای آبیاری نواری، عمق ناخالص آبیاری و درنهایت حجم آب آبیاری مورد نیاز برای هر کرت از روابط زیر محاسبه شد:

$$d_g = \frac{d_n}{E_a} \qquad (۵)$$

$$V = d_g \times A \qquad (۶)$$

که در روابط فوق، d_g عمق ناخالص آبیاری (mm)، E_a راندمان کاربرد، A مساحت هر کرت (مترمربع) و V حجم آب آبیاری برحسب لیتر است. بعد از عملیات کاشت اولین آبیاری در تاریخ ۱۳۹۷/۰۹/۰۱ صورت گرفت و آبیاری‌های بعدی با رعایت دور آبیاری در هر دو روش آبیاری قطره‌ای و نواری تا تاریخ ۱۳۹۸/۰۲/۲۰ انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

عملیات برداشت نهایی برای تمامی تیمارها زمانی صورت گرفت که تمام سنبله‌های هر کرت به رنگ زرد درآمدند. برای این منظور از وسط هر کرت با رعایت حاشیه، سطحی معادل ۱/۵ متر مربع برای مقایسه عملکرد دانه و بیولوژیک، برداشت شد. به‌منظور محاسبه عملکرد دانه، کل سنبله‌های برداشت شده از سطح ۱/۵ متر مربع در هر کرت با دست خرمن‌کوبی، سپس دانه‌های توزین و عملکرد در متر مربع محاسبه و درنهایت بر مبنای هکتار محاسبه شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک، به‌صورت درصد محاسبه شد. بهره‌وری آب (WP) از نسبت عملکرد دانه (GY) به مجموع آب مصرفی (TW) شامل آب آبیاری و بارش مؤثر با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (۱۷):

$$WP = \frac{GY}{TW} \qquad (۴)$$

که در این رابطه، WP بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)، GY عملکرد دانه (کیلوگرم) و TW کل آب مصرفی در طول فصل رشد (شامل آب آبیاری و بارش مؤثر) برحسب مترمکعب هستند.

به‌منظور تعیین صفاتی مانند ارتفاع بوته، طول سنبله و تعداد دانه در سنبله، تعداد ۲۵ بوته از هر کرت آزمایشی به‌طور تصادفی انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفتند و میانگین آنها برای هر صفت محاسبه شد. ارتفاع بوته گندم با استفاده از خط کش میلی‌متری از محل طوقه هر بوته تا نوک سنبلک انتهایی اندازه‌گیری شد. همچنین وزن هزار دانه با استفاده از ترازوی دقیق الکترونیکی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت و میانگین داده‌ها بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر متقابل رقم و سطوح مختلف کود نیتروژن بر ارتفاع گیاه معنی‌دار بود. بیشترین ارتفاع گیاه مربوط به سطح کود نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و رقم سیروان و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد (بدون کود) و رقم پیشگام بود (شکل ۱) که اختلاف معنی‌داری با هم داشتند. دلیل آن می‌تواند افزایش رشد رویشی در اثر افزایش میزان مصرف نیتروژن باشد. در شرایطی که رطوبت مطلوب باشد، نیتروژن خیلی زیاد باعث طویل شدن میان‌گره‌های ساقه و درنتیجه افزایش ارتفاع گیاه می‌شود (۴ و ۱۳) نیز ثابت کردند با افزایش مصرف کود نیتروژن، ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد که با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مطابقت داشت.

مک مستر و همکاران (۱۹) نیز اظهار داشتند که ارتفاع ساقه گندم می‌تواند تحت تأثیر عوامل تغذیه‌ای گیاه قرار گیرد و شرایط تغذیه‌ای مناسب منجر به افزایش ارتفاع ساقه گندم می‌شود. همچنین گزارش شده است که مصرف نیتروژن در گندم باعث ارتفاع بوته می‌شود (۸). همچنین استفاده از کود نیتروژن نیز ارتفاع بوته را افزایش داد. به‌طوری که استفاده از کود نیتروژن به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، ارتفاع گیاه را ۱۲/۵ سانتی‌متر افزایش داد.

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک به کل ماده خشک تولید شده (دانه، ساقه و برگ) اطلاق می‌شود (۲۰). دو رقم مورد بررسی در این پژوهش از نظر عملکرد بیولوژیک با هم اختلاف آماری معنی‌داری داشتند (جدول ۳)، به‌طوری که رقم سیروان با میانگین عملکرد بیولوژیک ۱۷/۲ تن در هکتار نسبت به رقم پیشگام با میانگین عملکرد بیولوژیک ۱۱/۹۲ تن در هکتار برتری داشت. دلیل بیشتر بودن بیوماس کل در رقم سیروان می‌تواند این مطلب باشد که بوته‌های رقم سیروان در شرایط این پژوهش توانسته‌اند به‌طور مناسب‌تری سطح مزرعه را پوشش داده و از عوامل محیطی به نحو مطلوب‌تری استفاده کنند، درنتیجه میزان عملکرد بیولوژیک بیشتری در واحد سطح نیز تولید کنند (۲۱). نتایج نشان داد که با افزایش مصرف کود نیتروژن مصرفی در واحد سطح، میزان عملکرد بیولوژیک نیز افزایش

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ارتفاع گیاه، عملکرد، اجزای عملکرد دانه، شاخص برداشت و بهره‌وری آب ارقام گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در سنبله	عملکرد کاه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
تکرار	۲	۶/۱۲۵ ns	۴۷۵۳۱۲/۵۰ ns	۲۱۸۷۱/۸۶۱ ns	۲/۷۶۱ ns	۴/۵ ns	۷۹۵۴۳۸/۸۴۵ *	۰/۳۳۷	۰/۰۸۲ ns
روش آبیاری	۱	۱۸/۳۷۵ ns	۸۱۰۸۴۳۷/۵۰ *	۳۰۹۷۸۷/۲۰۴ *	۸۱/۰۳۴ **	۲۹۴/۰ **	۱/۰۶۷ ×۱۰۷ **	۷۳/۶۴۰ **	۲/۹۱۲ **
خطا	۲	۳/۱۲۵	۳۸۲۸۱۲/۵۰	۵۵۷۰/۴۰۱	۰/۶۶۱	۰/۵	۱۸۵۲۸/۱۲۵	۰/۰۳۱	۰/۱۵۹
نیتروژن	۲	۴۷۵ **	۴/۹۶۱ ×۱۰۷ **	۱/۰۲۱ ×۱۰۷ **	۲۲۳/۲۰۲ **	۲۹۶/۵۸۳ *	۴/۵۷۸ ×۱۰۷ **	۵۳/۵۳۲ *	۰/۶۶۶ *
رقم	۱	۲۰۷۰/۲۵۰ **	۲/۵۱۲ ×۱۰۸ **	۴/۷۴۷ ×۱۰۷ **	۷۱۵/۵۶۲ **	۲۴۱۷/۳۶۱ **	۱/۷۳۴ ×۱۰۸ **	۱۹۲/۴۲۳ **	۳/۱۳۷ **
نیتروژن× روش آبیاری	۲	۱ ns	۸۰۰۶۲۵ ns	۱۲۱۸۶۴/۷۰۲ ns	۷۱/۶۵۸ **	۴۹/۰۸۳ *	۲۶۸۹۷۴/۹۰۸ ns	۷/۴۹۷ ns	۰/۰۴۵ ns
رقم× روش آبیاری	۱	۶/۲۵ ns	۱/۲۹۶ ×۱۰۷ **	۱۹۹۶۲۰/۴۲۳ ns	۴۵/۵۶۲ ns	۴۶/۶۹۴ **	۴۶۹۹۵۷۳/۶۲۲ *	۱۰۱/۱۰۳ **	۰/۲۲۶ **
رقم× نیتروژن	۲	۷۸/۲۵۰ **	۷۴۲۵۶۲۵ *	۳۱۰۸۸۱/۰۰۲ ns	۵۸/۴۴۲ *	۶۷/۰۲۸ **	۶۴۲۰۴۸۶/۳۱۷ **	۲۰/۰۴۱ **	۰/۰۲۲ ns
رقم× نیتروژن× روش آبیاری	۲	۱/۷۵۰ ns	۱۷۰۶۲۵ ns	۱۱۲۴۵/۶۵۳ ns	۷۱/۹۱۸ **	۳۸/۵۲۸ **	۱۴۸۱۱/۰۱۷ ns	۰/۹۲۹ ns	۰/۰۰۳ ns
خطا	۲۰	۸/۱۰	۱۸۵۹۰۰۰	۳۳۵۸۵۹/۵۴۵	۱۵/۰۱۵	۴/۸۰	۱۳۵۷۰۰۰	۳/۷۶۵	۰/۰۲۰
ضریب تغییرات	–	۳/۱۶	۹/۳۵	۱۳/۰	۱۰/۵۵	۸/۲۴	۱۱/۵۱	۶/۴۳	۱۲/۴۰

**: معنی‌داری در سطح یک درصد، *: معنی‌داری در سطح پنج درصد، ns: غیرمعنی‌دار

www.SID.ir

Archive of SID

یافت به‌طوری که در رقم سیروان، تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ۵۰ و صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار داشت. با توجه به شکل ۲- ب مشخص می‌شود که بین تیمارهای کودی در رقم پیشگام تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و رقم سیروان بود. همچنین نتایج به‌دست آمده در شکل ۲- ب نشان می‌دهد که برای رقم سیروان، بین تیمارهای کودی ۵۰ و صفر کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. به‌طور کلی استفاده از کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد بیولوژیک می‌شود. این افزایش برایند رشد قسمت‌های مختلف رویشی در اثر مصرف کود نیتروژن است. مصرف کود نیتروژن به‌علت اینکه باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته‌ها و به‌دنبال آن موجب افزایش سطح سبز گیاه و درنهایت گسترش اندام‌های هوایی شده و ماده خشک اندام‌های هوایی را افزایش می‌دهد و به این علت است که عملکرد بیولوژیک، با مصرف مقادیر بیشتر نیتروژن افزایش می‌یابد (۵). با توجه به نتایج به‌دست آمده مشخص شد که با تغییر رقم گندم از پیشگام به سیروان، عملکرد بیولوژیک در تیمارهای کودی افزایش معنی‌داری یافت. با تغییر روش آبیاری از نوار تیپ به سطحی نواری، عملکرد بیولوژیک در گندم رقم پیشگام به‌طور معنی‌داری کاهش یافت حال آنکه عملکرد بیولوژیک گندم رقم سیروان در هر دو روش آبیاری تفاوت معنی‌داری نداشت. بیشترین عملکرد بیولوژیک در هر دو روش آبیاری متعلق به رقم سیروان و کمترین مقدار آن مربوط به رقم پیشگام و روش آبیاری سطحی نواری بود. عملکرد بیولوژیک برای رقم پیشگام در روش آبیاری سطحی نواری ۲۲/۶۷ درصد نسبت به روش آبیاری نوار تیپ کاهش یافت (شکل ۲- الف).

عملکرد دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر متقابل روش آبیاری، کود و رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود. با مقایسه اثرات ساده عامل روش‌های مختلف آبیاری و مقادیر متفاوت کود ازته بر عملکرد دانه دو رقم گندم مشخص شد که بیشترین عملکرد دانه برای روش آبیاری نوار تیپ و رقم گندم سیروان به‌دست آمد. همچنین نتایج جدول ۳ نشان داد که عملکرد دانه در سطوح کودی ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت. بیشترین عملکرد دانه برای تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار آن برای تیمار کودی صفر به‌دست آمد که با نتیجه به‌دست آمده در مطالعه تدین و امام (۲۷) همخوانی داشت. همچنین نتیجه مطالعه شهراسبی و همکاران (۲۴) نیز نشان داد که استفاده از کود ازته در حد بهینه تأثیر مثبتی در افزایش عملکرد دانه گندم رقم سیروان در استان فارس داشت. نتیجه مطالعه احمدی‌نژاد و همکاران (۱) نیز افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گندم را در تیمار کودی ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار شاهد (بدون کود) نشان داد.

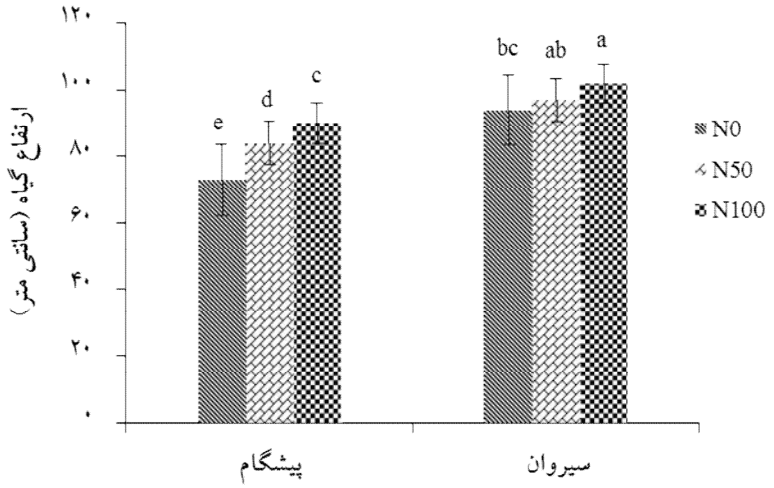
وزن هزار دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل روش آبیاری و کود بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج همچنین نشان داد که با تغییر روش آبیاری از نوار تیپ به نواری، سطوح مختلف کود نیتروژن اثر معنی‌داری بر وزن هزار دانه هر دو رقم گندم مورد استفاده در این پژوهش نداشتند. در روش آبیاری نوار تیپ بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و به مقدار ۴۶ گرم و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد (بدون کود) و به مقدار ۳۳/۵ گرم بود (شکل ۳- الف). نتایج تحقیقات قدمی و همکاران (۱۱) نیز نشان داد که سیستم آبیاری سطحی اثر معنی‌داری بر وزن هزار دانه گندم نداشت که با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مطابقت داشت.

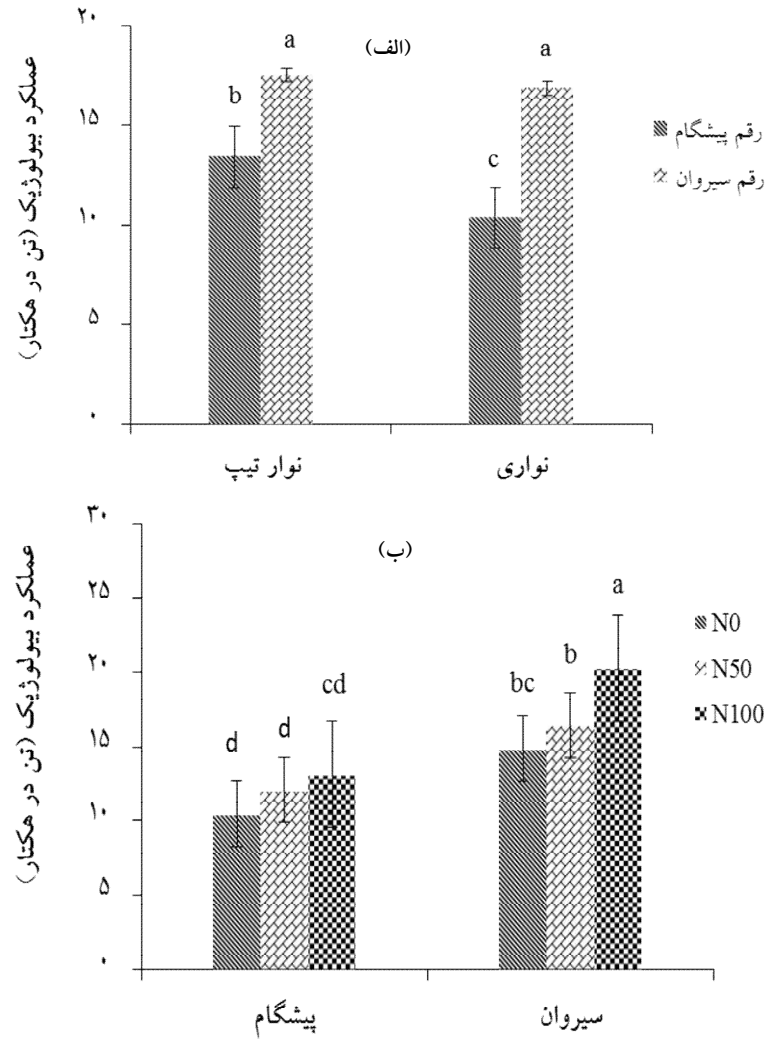
نتایج نشان داد که افزایش سطح کودی به‌میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه در گندم رقم سیروان در مقایسه با سایر تیمارها شد. نتایج

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. اثر متقابل رقم و کود بر ارتفاع گیاه

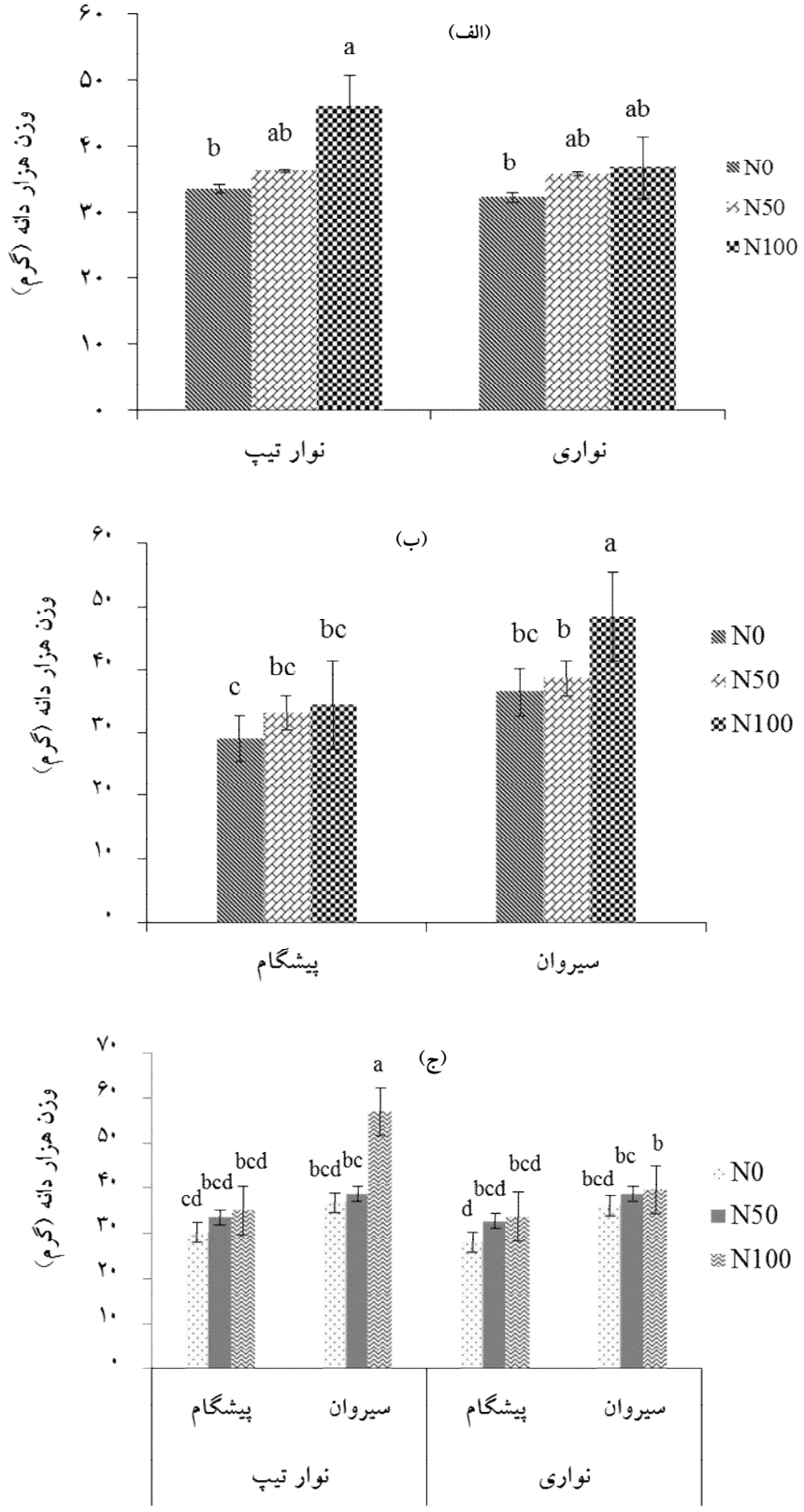


شکل ۲ . اثر متقابل: الف) روش آبیاری و رقم و ب) کود و رقم بر عملکرد بیولوژیک

(حروف مشترک در هر یک از ستون‌ها بیانگر عدم معنی‌داری مقایسهٔ میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد است.)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. اثر متقابل: الف) روش آبیاری و کود، ب) کود و رقم و ج) روش آبیاری، کود و رقم بر وزن هزار دانه
(حروف مشترک در هر یک از ستون‌ها بیانگر عدم معنی‌داری مقایسهٔ میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد است.)

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین نشان داد که بین تیمار شاهد (بدون کود) و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری از نظر وزن هزار دانه وجود نداشت. نتایج تحقیقات احمدی‌نژاد و همکاران (۱) نیز نشان داد که با مصرف کود اوره وزن هزار دانه نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری نداشت. بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تیمارهای سطوح مختلف کودی در رقم گندم پیشگام نشان داد که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در وزن هزار دانه گندم در این تیمارها وجود نداشت. بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار رقم گندم سیروان و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار رقم گندم پیشگام و سطح کودی صفر کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۳- ب). تفاوت معنی‌دار وزن هزار دانه بین دو رقم گندم در شرایط یکسان استفاده از کود نیتروژن، مؤید این مطلب است که وزن هزار دانه تحت تأثیر ژنتیک نیز است.

با توجه به شکل ۳- ج مشخص می‌شود که اثر متقابل روش آبیاری، کود و رقم بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود. با تغییر روش آبیاری از نوار تیپ به سطحی نواری و تغییر رقم گندم از سیروان به پیشگام، وزن هزار دانه به طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین وزن هزار دانه متعلق به رقم سیروان در روش آبیاری نوار تیپ و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. در روش آبیاری نوار تیپ، وزن هزار دانه رقم پیشگام و در روش آبیاری نواری وزن هزار دانه هر دو رقم گندم در هر سه سطح کود مصرفی تفاوت معنی‌داری نداشت. بنابراین می‌توان گفت تأثیر روش آبیاری در اثر بخشی کود مصرفی بسیار مؤثر بوده است. در صورت عدم مصرف کود نیتروژن و یا مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار، روش آبیاری و رقم گندم تأثیری در افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه ندارند.

تعداد دانه در سنبله

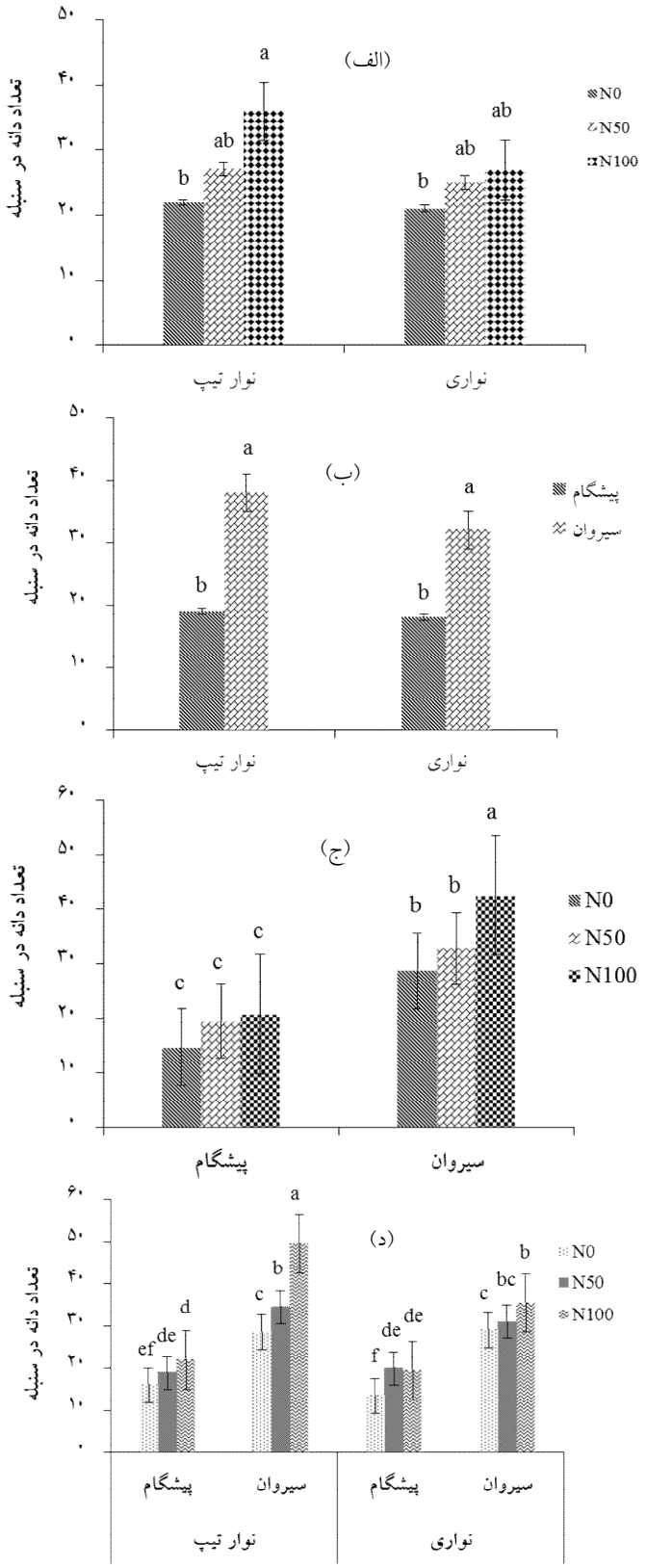
تعداد دانه در سنبله یکی از اجزای مهم عملکرد اقتصادی است. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل روش آبیاری و کود بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بود. در روش آبیاری نوار تیپ، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در مقایسه با تیمار شاهد (بدون مصرف کود)، تعداد دانه در سنبله به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. تعداد دانه در سنبله در تیمار شاهد در مقایسه با تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به اندازه ۳۱/۲۵ درصد کاهش یافت. در روش آبیاری سطحی نواری، مصرف کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری در افزایش تعداد دانه در سنبله نداشت و تعداد دانه در سنبله در همه تیمارهای کودی هم ردیف هم بود (شکل ۴- الف). این اتفاق احتمالاً به دلیل توزیع نامناسب کود در روش آبیاری سطحی نواری نسبت به آبیاری قطره‌ای رخ داده است. در روش آبیاری قطره‌ای به دلیل توزیع مناسب و به اندازه مقدار کود در محدوده توسعه ریشه گیاه، اثر تیمارهای کودی بر افزایش معنی‌دار تعداد دانه در سنبله مشهودتر است. همچنین در هر دو روش آبیاری تعداد دانه در سنبله در تیمار بدون کود مشابه بود. تعداد دانه در سنبله در گندم در محدوده وسیعی از لحاظ زمانی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد، به‌طوری که هر عامل محدود کننده از شروع جوانه‌زنی تا مرحله گرده‌افشانی موجب کاهش تعداد دانه خواهد شد (۱۴).

بررسی اثر متقابل روش آبیاری و رقم بر تعداد دانه در سنبله نشان داد که رقم سیروان در روش آبیاری نوار تیپ بیشترین تعداد دانه در سنبله (یعنی ۳۶ دانه) و رقم سیروان در روش آبیاری نواری کمترین تعداد دانه در سنبله (یعنی ۲۱ دانه) را دارا بودند (شکل ۴- ب).

بررسی اثر متقابل کود و رقم بر تعداد دانه در سنبله نشان داد که با افزایش کود نیتروژن تعداد دانه در سنبله افزایش یافت. ارقام مختلف گندم از نظر تعداد دانه در سنبله متفاوت بودند، به‌طوری که در گندم رقم سیروان با افزایش سطح کودی به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین تعداد دانه در سنبله در بین تیمارهای مورد آزمایش مشاهده شد. کمترین تعداد دانه در سنبله نیز مربوط به تیمار شاهد (بدون کود) و رقم گندم پیشگام بود. در رقم گندم پیشگام با افزایش سطح کودی تفاوت

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. اثر متقابل: الف) روش آبیاری و کود، ب) روش آبیاری و رقم، ج) کود و رقم و د) روش آبیاری، کود و رقم بر تعداد دانه در سنبله (حروف مشترک در هر یک از ستون‌ها بیانگر عدم معنی‌داری مقایسهٔ میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد است.)

www.SID.ir

Archive of SID

معنی‌داری بین تعداد دانه در سنبله در تیمارهای مختلف مشاهده نشد. اما در رقم گندم سیروان بین تیمار شاهد (بدون کود) و تیمار سطح کودی ۵۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری در تعداد دانه در سنبله وجود نداشت اما با افزایش سطح کودی به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تعداد دانه در سنبله در این رقم گندم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل ۴- ج). به‌نظر می‌رسد که در شرایط کمبود نیتروژن و درنتیجه نقصان مقدار تخصیص این ماده به برگ‌ها، دو عامل شاخص سطح برگ و همچنین دوام آن کاهش یافته و درنتیجه آن مواد پرورده لازم برای تشکیل دانه در سنبله کمتر شده است که با نتایج خیاط و همکاران (۱۶) مطابقت داشت. نتایج پژوهش‌های شهراسبی و همکاران (۲۴) نیز نشان داد که افزایش مقدار نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش تعداد دانه در سنبله شد که با نتایج این پژوهش همخوانی داشت.

نتایج ارائه شده در جدول تجزیه واریانس و شکل ۴- د نشان داد که اثر متقابل روش آبیاری، کود و رقم بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بود. با توجه به شکل ۴- د مشخص می‌شود که بیشترین تعداد دانه در سنبله متعلق به تیمار روش آبیاری نوارتیپ، رقم سیروان و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و به مقدار ۳۶ عدد و کمترین مقدار آن متعلق به تیمار آبیاری نواری، رقم پیشگام و سطح کودی صفر کیلوگرم در هکتار و به مقدار ۲۱ عدد بود. با تغییر روش آبیاری از نواری به تیپ، تغییر رقم گندم از پیشگام به سیروان و تغییر سطوح کود مصرفی از صفر به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد دانه در سنبله به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

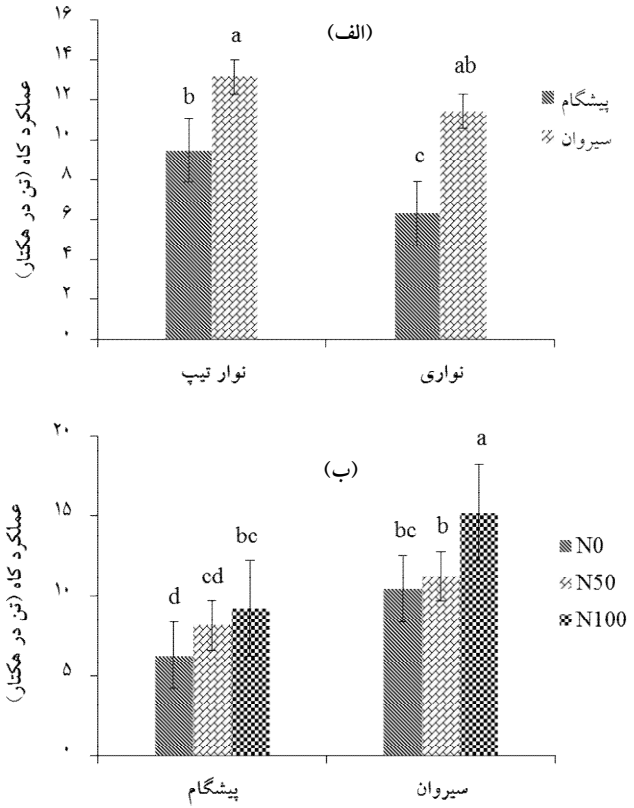
عملکرد کاه

مقایسه میانگین اثر متقابل روش آبیاری و رقم نشان داد که با تغییر روش آبیاری از قطره‌ای به نواری و تغییر رقم گندم از پیشگام به سیروان، عملکرد کاه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین عملکرد کاه متعلق به رقم سیروان و کمترین مقدار آن متعلق به پیشگام و روش آبیاری نواری بود (شکل ۵- الف). عملکرد کاه برای رقم سیروان در هر دو روش آبیاری تفاوت معنی‌داری نداشت. عملکرد کاه برای رقم سیروان در روش آبیاری قطره‌ای نسبت به رقم پیشگام در روش‌های آبیاری قطره‌ای و نواری به‌ترتیب ۲۷/۸۸ و ۵۱/۸۲ درصد افزایش نشان داد.

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر متقابل کود و رقم نیز بر عملکرد کاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود به‌طوری که با افزایش سطح کود مصرفی از صفر به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد کاه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. تفاوت عملکرد کاه در سطح کودی صفر و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در هر دو رقم استفاده شده در این پژوهش معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد کاه به تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و رقم سیروان بود (شکل ۵- ب). بین سطوح کودی صفر و ۵۰ کیلوگرم در هکتار در هر دو رقم پیشگام و سیروان تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. عملکرد کاه در تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار رقم پیشگام با تیمار شاهد (بدون مصرف کود) رقم سیروان مشابه بود. این نشان می‌دهد که رقم سیروان با شرایط منطقه مورد مطالعه بسیار سازگار بوده و در شرایط عدم استفاده از کودهای ازته نیز قادر است عملکرد کاه قابل قبولی تولید کند. بنابراین می‌توان گفت با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی در کشور و خطر آلودگی منابع آبی و خاکی توسط آنها، استفاده از ارقام گندمی که در شرایط استفاده نکردن از کودهای شیمیایی عملکرد قابل قبولی دارند قابل توصیه هستند. البته باید به این نکته نیز توجه کرد که هر رقم با توجه به شرایط اقلیمی موجود در هر منطقه، عملکرد متفاوتی از خود نشان می‌دهد. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این مطالعه، رقم سیروان را می‌توان به‌عنوان رقم مناسبی در منطقه پیشنهاد کرد. استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در مقایسه با مصرف ۵۰ و صفر کیلوگرم در هکتار از این کود، به ترتیب باعث افزایش عملکرد کاه به مقدار ۲۶/۰۳ و ۳۱/۲۲ درصد برای رقم سیروان و افزایش عملکرد کاه به مقدار ۱۱/۵۶ و ۳۱/۷۸ درصد برای رقم پیشگام شد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵. اثر متقابل: الف) روش آبیاری و رقم و ب) کود و رقم بر عملکرد کاه

(حروف مشترک در هر یک از ستون‌ها بیانگر عدم معنی‌داری مقایسهٔ میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد است.)

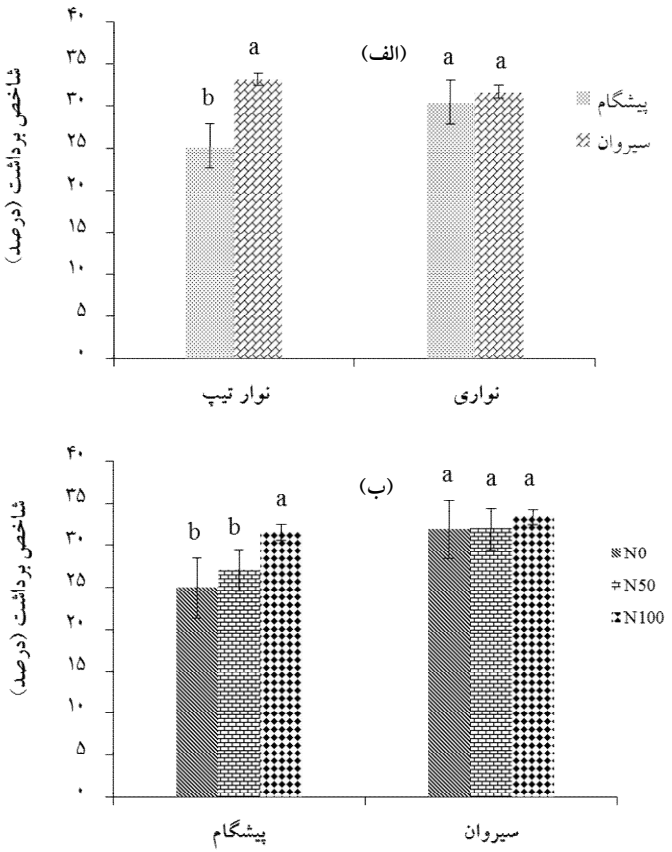
شاخص برداشت

مقایسه میانگین اثر متقابل روش آبیاری و رقم بر شاخص برداشت نشان داد که بین شاخص برداشت دو رقم گندم استفاده شده (یعنی پیشگام و سیروان) در روش آبیاری نواری و رقم سیروان در روش آبیاری قطره‌ای تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. با توجه به شکل ۶- الف مشخص می‌شود که شاخص برداشت رقم پیشگام در روش آبیاری نوار تیپ در مقایسه با تیمارهای دیگر کمتر بود.

نتایج مقایسه میانگین ارقام مختلف برای شاخص برداشت مشخص کرد که رقم سیروان با میانگین شاخص برداشت ۳۲/۴۴ درصد نسبت به رقم پیشگام با میانگین شاخص برداشت ۲۷/۸۲ درصد برتری دارد (جدول ۴). جلال‌کمالی و شریفی (۱۳) اظهار داشتند که ژنوتیپ‌های گندم از نظر صفت شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری با هم دارند. بنابراین ارقامی که دارای شاخص برداشت بالایی هستند، می‌توانند کربوهیدرات‌های بیشتری را از اندام‌های سبز منتقل کنند و باعث افزایش عملکرد شوند (۱۲). بنابراین به‌نظر می‌رسد در رقم سیروان نسبت به رقم پیشگام درصد بیشتری از ماده خشک ذخیره شده به دانه‌ها انتقال پیدا کرده و عملکرد دانه نیز درنتیجه آن افزایش یافته است. مصرف کود نیتروژن در کرت‌های آزمایشی باعث افزایش شاخص برداشت نسبت به شاهد شد، بر اساس شکل ۶- ب، سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین شاخص برداشت ۳۲/۴۸ درصد بیشترین میزان شاخص برداشت را داشته و با سطح کودی ۵۰ کیلوگرم در هکتار هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. کود نیتروژن باعث بهبود رشد رویشی گیاه می‌شود که این موضوع باعث تولید بیشتر مواد فتوسنتزی می‌شود تا در مرحله رشد و نمو دانه، به تولید دانه اختصاص یابد و درنتیجه نسبت دانه بر عملکرد رویشی افزایش یابد. با افزایش کود

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶. اثر متقابل روش آبیاری و رقم (الف) و کود و رقم (ب) بر شاخص برداشت

(حروف مشترک در هر یک از ستون‌ها بیانگر عدم معنی‌داری مقایسهٔ میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد است.)

جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات ساده عامل روش‌های مختلف آبیاری، سطوح مختلف نیتروژن و رقم بر صفات مورفولوژیکی گندم

ترکیبات تیماری	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در سنبله	عملکرد کاه (تن در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
نوار تیپ	–	۱۵/۴۹^{c}	۴/۹۶^{c}	۴۰/۱۱^{c}	۳۱^{c}	۱۱/۳۳^{c}	۲۹/۲۰^{c}	۱/۴۲^{c}
نواری	–	۱۳/۶۴^{d}	۳/۹۵^{d}	۳۳/۲۹^{d}	۲۲^{d}	۸/۸۹^{d}	۳۱/۹۳^{d}	۰/۸۵^{d}
بدون کود	۸۳/۲۵^{b}	۱۲/۶۸^{b}	۳/۶۵^{b}	۳۲/۸۲^{b}	۲۲^{b}	۸/۳۹^{b}	۲۸/۴۰^{b}	۰/۹۴^{b}
۵۰ کیلوگرم در هکتار	۹۰/۷۵^{ab}	۱۴/۲۸^{ab}	۴/۲۴^{ab}	۳۵/۹۵^{ab}	۲۶^{ab}	۹/۷۱^{ab}	۲۹/۵۰^{ab}	۱/۰۸^{ab}
۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	۹۵/۷۵^{a}	۱۶/۷۲^{a}	۵/۴۶^{a}	۴۱/۳۵^{a}	۳۲^{a}	۱۲/۲۳^{a}	۳۲/۴۸^{a}	۱/۴۰^{a}
رقم پیشگام	۸۲/۳۳^{f}	۱۱/۹۲^{f}	۳/۳۰^{f}	۳۲/۲۵^{f}	۱۸^{f}	۷/۹۲^{f}	۲۷/۸۲^{f}	۰/۸۴^{f}
رقم سیروان	۹۷/۵۰^{e}	۱۷/۲۰^{e}	۵/۶۰^{e}	۴۱/۱۶^{e}	۳۵^{e}	۱۲/۳۱^{e}	۳۲/۴۴^{e}	۱/۴۳^{e}

در هر ستون و در هر گروه تیمار اعداد دارای حروف یکسان تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

نیتروژن از ۵۰ کیلوگرم در هکتار به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، اختلاف معنی‌داری در شاخص برداشت دیده نشد که احتمالاً ناشی از تأثیر بیشتر نیتروژن بر رشد رویشی در مقایسه با عملکرد دانه است و درنتیجه بخش رویشی نسبت به بخش زایشی در گیاه افزایش می‌یابد، ارتفاع بالاتر بوته‌های گندم در سطوح کودی ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن نشان می‌دهد که احتمالاً مصرف زیاد از حد کود نیتروژن، بیشتر صرف افزایش ارتفاع و برگ‌های بوته‌های گندم شده و نسبت کمتری صرف تولید دانه و درنهایت عملکرد اقتصادی می‌شود. بنابراین مصرف بهینه کود نیتروژن که بسته به شرایط آب و هوایی هر منطقه متفاوت است می‌تواند در افزایش شاخص برداشت مؤثرتر باشد.

بهره‌وری آب

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر روش آبیاری و رقم در سطح احتمال یک درصد و اثر کود نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد بر بهره‌وری آب معنی‌دار بود به‌طوری که تغییر روش آبیاری از نواری به قطره‌ای و تغییر رقم گندم از پیشگام به سیروان باعث افزایش معنی‌دار بهره‌وری آب شد. همچنین مصرف کود نیتروژن به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش معنی‌دار بهره‌وری آب نسبت به تیمار شاهد (تیمارکودی صفر) شد. شهراسبی و همکاران (۲۴) نیز در مطالعه خود نشان دادند که افزایش بهینه کود ازته باعث افزایش معنی‌دار بهره‌وری آب گندم رقم سیروان در استان فارس شد که با نتایج به دست آمده در این پژوهش مطابقت داشت.

نتایج همچنین نشان داد که بین تیمار کودی ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. بنابراین با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و خطر آلودگی اراضی کشاورزی و منابع آب زیرزمینی تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم در هکتار در منطقه مورد مطالعه توصیه می‌شود. از طرفی دیگر مصرف کمتر کود باعث کاهش هزینه نهاده‌های اولیه و درنتیجه سودآوری بیشتر زارعین در منطقه خواهد شد.

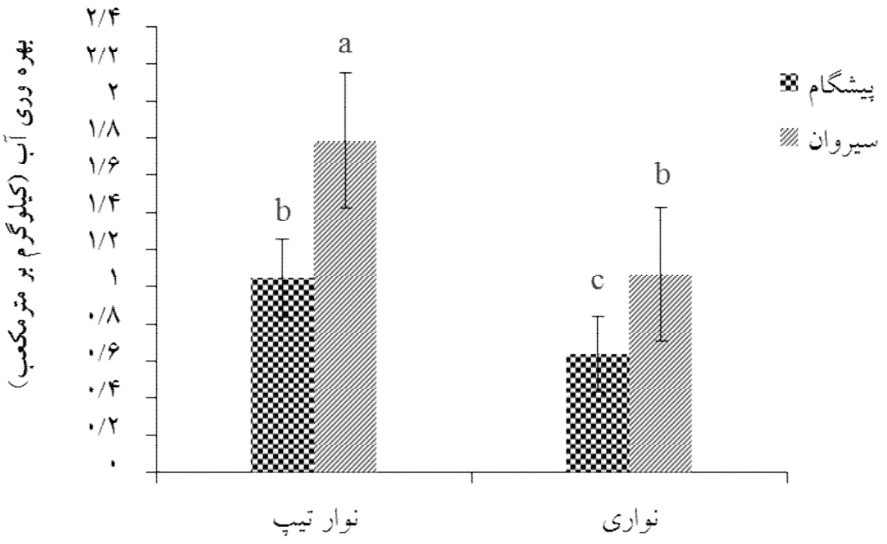
مقایسه میانگین اثر متقابل روش آبیاری و رقم بر بهره‌وری آب گندم نشان داد که بیشترین بهره‌وری آب متعلق به روش آبیاری نوارتیپ و رقم گندم سیروان به مقدار ۱/۷۹ کیلوگرم بر مترمکعب و کمترین مقدار آن متعلق به روش آبیاری نواری و رقم پیشگام به مقدار ۰/۶۴ کیلوگرم بر مکعب بود. نتایج همچنین نشان داد که در هر دو روش آبیاری بهره‌وری آب گندم بین دو رقم استفاده شده در این پژوهش معنی‌دار بود به طوری که در هر دو روش آبیاری بهره‌وری آب رقم سیروان در مقایسه با رقم پیشگام بیشتر بود. پالتینو و همکاران (۲۲) به ارزیابی سه روش آبیاری قطره‌ای، بارانی و جویچه‌ای در گندم زمستانه پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که بیشترین میزان عملکرد دانه و بهره‌وری آب در آبیاری قطره‌ای (نوار تیپ) و به میزان ۶/۶ تن در هکتار و ۲/۹۷ کیلوگرم بر مترمکعب حاصل شد که با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مطابقت داشت. شکل ۷ همچنین نشان داد که بین بهره‌وری آب رقم پیشگام در روش آبیاری نوار تیپ با رقم سیروان در روش آبیاری نواری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. این موضوع بیانگر آن است که تغییر روش آبیاری از نواری به نوار تیپ باعث افزایش معنی‌دار بهره‌وری آب شده است. قدمی فیروزآبادی و همکاران (۱۱) نیز اثر سه نوع روش آبیاری بارانی، قطره‌ای (تیپ) و جویچه‌ای را بر بهره‌وری آب گندم ارقام الوند و توس مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که روش آبیاری قطره‌ای (تیپ) به‌ترتیب باعث افزایش ۱۳۲ و ۴۵ درصدی بهره‌وری آب گندم نسبت به روش آبیاری جویچه‌ای و بارانی شد. نتایج پژوهش حاضر نیز نشان داد که روش آبیاری قطره‌ای باعث افزایش ۴۰/۱۴ درصدی بهره‌وری آب نسبت به روش آبیاری نواری شد.

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش اثر روش آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد دانه و اجزای آن، شاخص برداشت و بهره‌وری آب دو رقم گندم پیشگام و سیروان در منطقه خشک و نیمه‌خشک کاشمر مورد

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷. اثر متقابل روش آبیاری و رقم بر بهره‌وری آب

(حروف مشترک در هر یک از ستون‌ها بیانگر عدم معنی‌داری مقایسهٔ میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد است.)

بررسی قرار گرفت. یافته‌های این پژوهش نشان داد که در هر دو روش آبیاری قطره‌ای و نواری، رقم سیروان نسبت به رقم پیشگام عملکرد دانه بیشتری داشت. به‌طور کلی استفاده از روش آبیاری قطره‌ای در مقایسه با آبیاری سطحی (روش نواری) ضمن کاهش ۳۵ درصدی در مصرف آب باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و اجزای آن، شاخص برداشت و بهره‌وری آب شد. از آنجایی منطقه مورد مطالعه جزء دشت‌های ممنوعه بحرانی کشور محسوب می‌شود و از بحران آب و نشست سفره های آب زیرزمینی به‌شدت رنج می‌برد استفاده از روش آبیاری قطره‌ای (نوار تیپ) برای کاشت گیاه استراتژیک گندم رقم سیروان در این منطقه می‌تواند راهکار مدیریتی مناسبی برای مقابله با بحران کم‌آبی تلقی شود. همچنین مقایسه میانگین عملکرد دانه و اجزای آن (جدول ۴) نشان داد که بین تیمار کودی ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. بنابراین با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای ازته در زمین‌های کشاورزی و خطر آلودگی آب‌های زیرزمینی، تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم در هکتار برای شهرستان کاشمر قابل توصیه است.

منابع مورد استفاده

1. Ahmadinejad, R., N. Najafi, N. Aliasgharzad and S. Oustan. 2013. Effect of organic and nitrogen fertilizers on water use efficiency, yield and the growth characteristics of wheat (*Triticum aestivum* cv. Alvand). *Water and Soil Science* 23(2): 177-194. (In Farsi).
2. Alizadeh, A. 2001. Principles and practices of trickle irrigation. Astan Quds Razavi Publication, Mashhad.
3. Allen, R. G., L. A. Pereira, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration. FAO irrigation and drainage paper 56, FAO, Rome.
4. Ayoub, M., S. Guertin, S. Lussier and D. L. Smith. 1994. Timing and level of nitrogen fertility effects on spring wheat yield in eastern Canada. *Crop Science* 34(3): 748-756.
5. Camara, K. M., W. A. Payne and P. E. Rasmussen. 2003. Long-term effects of tillage, nitrogen, and rainfall on winter wheat yields in the Pacific Northwest. *Agronomy Journal* 95: 828-835.
6. Emam, Y. 2012. Cereal Production. Shiraz University Press, Shiraz.
7. Emam, Y. and M. J. Seghat Aleslami. 2006. Field Crop Function: Physiology and Processes. Shiraz University Press, Shiraz.

www.SID.ir

Archive of SID

8. Fathi, Gh., N. Aryannia and M. R. Enayatgholizadeh. 2009. Evaluation the effect of used nitrogen and drought stress on grain yield and yield component of three wheat cultivars. *Crop Physiology Journal* 4: 17-29. (In Farsi).
9. Fowler, D. B. 2003. Crop nitrogen demand and grain protein concentration of spring and winter wheat. *Agronomy Journal* 95: 260-265.
10. Garcia, R. L. 1979. Foliar fertilization on soybean during the seed filling period. *Agronomy Journal* 63: 653-660.
11. Ghadami Firouzabadi, A., M. Chichi and S. M. Seyedan. 2017. Effects of different irrigation systems on yield, some agronomic traits, and water productivity of different wheat genotypes and their economic assessment in Hamedan. *Journal of Water Research in Agriculture* 31(2): 139-149. (In Farsi).
12. Gharineh, M. H. and H. Nadian. 2011. Sustainable Agriculture Practices. Chamran University Press, Ahvaz.
13. Jalal-Kamali, M. R. and H. R. Sharifi. 2011. Variation in developmental stages and its relationships with yield and yield components of bread wheat cultivars under field conditions. *Journal of Seedlings and Seeds of Racial* 89(1): 457-461. (In Farsi).
14. Kafi, M., M. Jafarnezhad and M. Jami Alahmadi. 2005. Ecology, Physiology and Wheat Yield Estimation. Ferdowsi University of Mashhad Press, Mashhad.
15. Keykhaei, F. and N. Ganjikhorramdel. 2016. Effect of deficit irrigation in corrugation and border methods on yield and water use efficiency of wheat cv. Hamoon. *Water Research in Agriculture* 30(1): 1-11. (In Farsi).
16. Khayat, S. H., M. Mojadam and M. Alavi Fazel. 2014. Effect of nitrogen rates on grain yield and nitrogen use efficiency of durum wheat genotypes in Khouzestan. *Crop Physiology* 6(21): 103-113. (In Farsi).
17. Kijne, J. W., B. Randolph and D. J. Molden. 2003. Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement. CABI Publishing, London.
18. Malakouti, M. and M. Homaee. 2005. Soil Fertilities in Arid and semi-Arid Regions, Problems and Resolves. Tarbiat Modares University Press, Tehran.
19. McMaster, G. S., R. M. Aiken and D. C. Nielsen. 2000. Optimizing wheat harvest cutting height for harvest efficiency and soil and water conservation. *Agronomy Journal* 92: 1104-1108.
20. Omidinasab, D., M. H. Gharineh, A. Bakhshandeh, M. Sharafizade, A. Shafeinia and A. Saghali. 2015. The effect of seeding rates and nitrogen fertilizer on yield and yield components of wheat cultivars in corn residue (no tillage). *Iranian Journal of Field Crops Research* 13(3): 598-610. (In Farsi).
21. Omidinasab, D., M. H. Gharineh, A. Bakhshandeh, M. Sharifizadeh and A. R. Shafeinia. 2016. Effect of nitrogen fertilizer and seed density in direct planting of two wheat varieties. *Weed Ecology* 2(2): 135-150. (In Farsi).
22. Paltineanu, I. C., C. Negrila, C. E. Negrila, M. Craciun and I. Craciun. 1994. Long term trials on irrigated field crops in semi-arid area of Romania. *Romanian Agricultural Research* 1: 85-92.
23. Raun, W. R. and G. V. Johnson. 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agronomy Journal* 91: 357-363.
24. 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 Farsi).
25. Shahsavari, N. and M. Saffari. 2006. The effect of different levels of nitrogen on the function and elements of the varieties of wheat in Kerman. *Pajouhesh and Sazandegi* 66: 82-87. (In Farsi).
26. Sharma, S. K., P. K. Mishra., R. Panse and G. Jamliya. 2018. Effect of irrigation methods on yields attributes and water productivity of wheat in vertisol of Betwa river basin commands of Vidisha District of M.P, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 7(8): 2670-2673.
27. Tadayon, M. R. and Y. Emam. 2007. Effect of supplemental irrigation and nitrogen on morphologic responses and grain yield of two wheat cultivars under dry land conditions in Fars province. *Scientific Journal of Agriculture* 30(2): 53-69. (In Farsi).
28. Vafapour, M., S. H. Jahanbeen, A. Yadavi and M. H. Fallah Heki. 2011. Effect of foliar application of Phosphorus and water deficit on yield and yield components of winter wheat (cultivar Alvand). *Crop Production and Processing* 1(1): 67-80. (In Farsi).

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil Science
Vol. 24, No. 4, Winter 2021, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Investigation the Effect of Changing the Irrigation Method on the Harvest Index and Water Productivity of Two Wheat Cultivars with the Use of Nitrogen Fertilizer

M. Mokari[1]*

(Received: February 25-2020; Accepted: July 11-2020)

Abstract

Optimal use of water resources seem to be necessary due to climate change and the recent drought conditions. One of the most important and effective management strategies is increasing water productivity in agriculture. Irrigation method and the use of different levels of nitrogen fertilizer are the effective factors in increasing the water productivity. Therefore, this study was conducted to investigate the effect of the irrigation method and nitrogen fertilizer on the harvest index and water productivity of two wheat cultivars with 36 treatments as a split-split plot based on a completely randomized design with three replications in the research farm of Natural Resources and Agricultural Research Center of Kashmar, during the 2018-2019 time period. The treatments were two irrigation methods including end blocked border and drip irrigation (tape) as the main plots, three levels of the nitrogen fertilizer from urea source including 0, 50 and 100 kg/ha as the sub plots and two cultivars of wheat including Pishgam and Sirvan as the sub-sub plots. The results showed that by changing the border irrigation method to the drip irrigation (tape) method, the harvest index and water productivity were increasesignificantly. The results also showed that grain yield and its components, including harvest index and water productivity, had no significant difference in 50 and 100 kg/ha nitrogen levels. On the other hand, grain yield and its components, harvest index and water productivity, were significantly higher in the Sirvan cultivar rather than the Pishgam one ($P<0.01$). According to the results obtained from this study, the drip irrigation method, 50 kg/ha nitrogen level and Sirvan cultivar could be recommended for the study region.

Keywords: Grain yield, Water productivity, Harvest index.

1. Water and Science Engineering Department, Kashmar Higher Education Institute, Iran..
Corresponding author, Email: mehdimokari@gmail.com

www.SID.ir