

اثرات میزان‌های مختلف مصرف کود نیتروژن و آبیاری تکمیلی بر خصوصیات زراعی و عملکرد دانه ارقام گندم دیم

طهماسب حسین پور^۱، مهناز رحمتی^{۱*}، علی احمدی^۱، جهانبخش دولتشاه^۲

۱- بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران

۲- سازمان جهاد کشاورزی لرستان، خرم‌آباد، ایران

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی اثرات میزان‌های مختلف مصرف کود نیتروژن و آبیاری تکمیلی بر خصوصیات زراعی و عملکرد دانه ارقام گندم دیم در شهرستان کوه‌دشت اجرا شد. به‌همین منظور، آزمایشی به‌صورت کرت‌های دو بار خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و به مدت دو سال زراعی (۹۴-۱۳۹۲) انجام شد. تیمار آبیاری در کرت‌های اصلی (شرایط دیم (شاهد)، آبیاری تکمیلی در زمان کاشت، آبیاری تکمیلی در زمان کاشت + گلدهی در هر مرحله به میزان ۵۰ میلی‌متر) و دو رقم گندم نان کریم و کوه‌دشت در کرت‌های فرعی و مقادیر مختلف نیتروژن (۰، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) در کرت‌های فرعی قرار گرفت. نتایج نشان داد که عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد سنبله در واحد سطح با مصرف نیتروژن به‌طور معنی‌دار افزایش یافت اما بین دو سطح مصرف نیتروژن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بنابراین مناسب‌ترین مدیریت مصرف نیتروژن با در نظر گرفتن مسائل اقتصادی مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن می‌باشد. همچنین آبیاری تکمیلی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شد اما بین تیمارهای آبیاری تکمیلی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. با لحاظ مسائل اقتصادی می‌توان نتیجه گرفت که آبیاری تکمیلی به میزان ۵۰ میلی‌متر در زمان کاشت نسبت به تیمار شاهد (شرایط دیم) و آبیاری در زمان کاشت + گلدهی برتر بود. اگرچه اثر اصلی رقم در صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود اما با توجه به اثرات متقابل فاکتورها، رقم کریم در شرایط آبیاری تکمیلی در زمان کاشت با مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید نمود. در نهایت استنباط می‌شود با استفاده از مدیریت آبیاری تکمیلی و مصرف نیتروژن بتوان عملکرد دانه گندم را در شرایط دیم بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تکمیلی، شرایط دیم، مصرف بهینه نیتروژن

* نگارنده مسئول: m.ghaedrahmati@areeo.ac.ir تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۰۶

مقدمه

کمبود آب عامل محدودکننده محصولات کشاورزی در بیشتر کشورهای جهان و به خصوص ایران محسوب می‌شود. توزیع نامطلوب بارندگی در طول فصل رشد و نوسانات سال به سال آن به‌عنوان عامل محدودکننده مهم رشد و عملکرد محصولات از جمله گندم می‌باشد. تحت چنین شرایطی، گندم متحمل تنش خشکی اواسط فصل رشد می‌شود که می‌تواند منجر به کاهش تعداد دانه در سنبله شود. همچنین در شرایط تنش آخرفصل نیز عملکرد دانه از طریق کاهش وزن دانه به‌علت افزایش دما در انتهای فصل رشد کاهش می‌یابد (Garcia et al., 2003). بنابراین به نظر می‌رسد که یکی از راه‌های بسیار مؤثر در افزایش عملکرد دانه در واحد سطح استفاده از آبیاری تکمیلی است. آبیاری تکمیلی، روشی مناسب برای افزایش و پایداری عملکرد محصولات و بهبود معیشت در مناطق خشک می‌باشد (Oweis et al., 2004). تعیین میزان بهینه آبیاری تکمیلی، به‌منظور افزایش عملکرد با در نظر گرفتن مسائل اقتصادی، امر مهمی می‌باشد. در بسیاری از تحقیقات انجام شده، میزان بهینه آبیاری تکمیلی ۶۰-۴۰ میلی‌متر در نظر گرفته شده است (Wang et al., 2013). همچنین، توصیه‌های مختلفی برای زمان آبیاری تکمیلی توسط محققان ارائه شده است. برخی از محققان سه مرحله شروع ظهور اولین گره ساقه، آبستنی و گرده‌افشانی و برخی دیگر از محققان دو مرحله رشدی ظهور اولین گره ساقه و گرده‌افشانی را زمان مناسب برای آبیاری تکمیلی در زراعت

گندم دیم دانستند. حتی بعضی از محققان یک بار آبیاری تکمیلی در زمان ظهور اولین گره ساقه را توصیه نمودند (Wang et al., 2013; Li et al., 2011; Lv et al., 2010). روستایی و همکاران (۱۳۹۴) با بررسی عکس‌العمل ژنوتیپ‌های گندم نان به آبیاری تکمیلی نشان دادند که آبیاری تکمیلی به میزان ۴۵ میلی‌متر در زمان کاشت به افزایش معنی‌دار عملکرد دانه به میزان ۱۴۲۳ کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد (شرایط دیم) منجر شد.

بعد از تنش خشکی، کمبود نیتروژن یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های تولید در کشاورزی غلات دیم می‌باشد (Campbell et al., 1993). عکس‌العمل محصولات به نیتروژن به میزان آب خاک، مقدار و فراوانی نزولات در طول فصل رشد و بیشتر به مقدار و زمان مصرف نیتروژن بستگی دارد (Tilling et al., 2007). تیلینگ و همکاران (۲۰۰۷) گزارش نمودند که پاسخ گندم به کود نیتروژن به توزیع بارندگی بستگی دارد. مصرف بهینه نیتروژن، استفاده از آب خاک را توسط گندم زمستانه در لایه‌های عمیق‌تر خاک به‌طور مطلوبی افزایش می‌دهد که به جذب NO_3^- از لایه‌های عمیق‌تر خاک و کاهش آبشویی NO_3^- -N منجر می‌شود (Wang et al., 2015). کل نیتروژن مورد نیاز محصول به نوع محصول، میزان و توزیع نیتروژن در بافت گیاه (که در مورد غلات شامل دانه و کاه و کلش می‌شود) بستگی دارد. میزان نیتروژن مورد نیاز گندم برای تولید یک تن دانه ۵۰-۳۰ کیلوگرم برآورد شده است. بنابراین برای تولید ۲-۱/۵ تن گندم در هکتار در

در تحقیقات بسیاری، کاهش کارایی مصرف آب (WUE) تحت شرایط کمبود نیتروژن گزارش شده است (Bruek and Senbayram, 2009). سدري و همکاران (۱۳۹۵) طی تحقیقی نشان دادند که در شرایط آبیاری تکمیلی در مراحل سنبله‌دهی و دو هفته پس از سنبله‌دهی همراه با کاربرد ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، بیشترین کارایی زراعی نیتروژن و کارایی استفاده از آب بدست آمد. طی تحقیق انجام شده توسط شیائو و همکاران (۲۰۰۹) گزارش شد که آبیاری تکمیلی و مصرف کود نیتروژن در مراحل ساقه‌دهی و گلدهی گندم نان بهاره تحت شرایط دیم، کارایی مصرف آب، کارایی مصرف نیتروژن، وزن هزار دانه و عملکرد دانه را به ترتیب به میزان ۱۴/۶، ۳۹/۶، ۹/۳ و ۴/۷ درصد افزایش داد. مطالعه اثر آبیاری تکمیلی و کود نیتروژن گندم نان در زراعت دیم نشان داد که در تیمار ۹۵ میلی‌متر آبیاری تکمیلی و ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص بیشترین میزان بهره‌وری آب آبیاری بدست آمد که حاکی از کفایت کاربرد حداقل آب در شرایط آبیاری تکمیلی بود (توکلی و همکاران، ۱۳۹۳). حیدریور و همکاران (۱۳۹۵) با بررسی تاثیر همزمان آبیاری تکمیلی و میزان نیتروژن بر عملکرد و ویژگی‌های زراعی گندم دیم در رقم کوه‌دشت، مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در شرایط آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی گندم دیم را برای بهبود و افزایش عملکرد دانه توصیه نمودند.

از این رو، با در نظر گرفتن نقش آبیاری تکمیلی و مصرف بهینه کود نیتروژن در بهبود

شرایط دیم به ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نیاز است که باید در خاک وجود داشته باشد یا این که به صورت کود به خاک اضافه شود (Ryan *et al.*, 2009). بسیاری از محققان افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را به علت افزایش سطح نیتروژن گزارش نموده‌اند (Abdelkhalek *et al.*, 2015). عبدالحمید و عمر (۲۰۰۶) نشان دادند که افزایش میزان نیتروژن تا حد ۱۰۵ کیلوگرم در هکتار به طور معنی‌داری طول سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر، مجدسلیمی (۱۳۹۵) گزارش نموده است که مصرف بیشتر کود نیتروژن باعث افزایش هزینه‌های تولید و آلودگی محیط زیست و آب‌های زیرزمینی می‌گردد. تحقیقات نشان داده است که اعمال مدیریت‌های آبیاری تکمیلی و مصرف نیتروژن می‌تواند عملکرد غلات دیم از جمله گندم را به نحو مطلوبی افزایش دهد. گندم به آب و نیتروژن کافی نیاز دارد تا به عملکرد بهینه و میزان پروتئین مطلوب از نظر کمی و کیفی دست یابد. به علاوه، نتایج بعضی تحقیقات نشان داده‌اند که فرایندهای اولیه رشد که در مراحل اولیه رشد و نمو گیاه روی می‌دهد، عمدتاً به وجود نیتروژن و آب بستگی دارد (Simane *et al.*, 1993). میزان آب کافی در خاک بر دسترسی نیتروژن و جذب هم‌زمان آب و نیتروژن تاثیر مثبتی دارد. سطوح غیرمعقول آبیاری و کاربرد بیش از حد نیتروژن به کاهش کارایی مصرف آب و نیتروژن، هزینه بالای تولید و آلودگی شدید خاک و آب زیرزمینی منجر می‌شود (Wang *et al.*, 2014).

(ویتاواکس تیرام) و برای مبارزه با علف‌های هرز از علف‌کش گرانستار و تاپیک به صورت توام در مرحله انتهای پنجه‌زنی و ابتدای ساقه‌دهی استفاده شد. در مدت اجرای آزمایش در هر سال، از عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، اجزای عملکرد و ارتفاع بوته یادداشت‌برداری گردید. در نهایت نتایج دو ساله اجرای آزمایش در نرم‌افزار Mstat-C تجزیه واریانس مرکب شده و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن مقایسه شدند.

مشخصات جغرافیایی و سازه‌های هواشناسی محل اجرای آزمایش

شهرستان کوهدشت در طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۲۰۰ متر از سطح می‌باشد. میزان بارندگی شهرستان کوهدشت در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ حدود ۴۰۷/۳ میلی‌متر بود (جدول ۲). به طوری که پراکنش بارندگی در پاییز، زمستان و بهار به ترتیب ۱۲۱/۴، ۱۹۸/۳ و ۸۷/۶ میلی‌متر بود. حداقل مطلق درجه حرارت در این سال زراعی در دی‌ماه (۷/۴- درجه سانتی‌گراد) و حداکثر مطلق درجه حرارت در خرداد ماه (۳۷ درجه سانتی‌گراد) بود. بیشترین میزان بارندگی در اسفندماه (۷۲/۲ میلی‌متر) و کمترین میزان بارندگی در خردادماه (۱/۷ میلی‌متر) اتفاق افتاد. تعداد روزهای یخبندان نیز ۵۹ روز بود. همچنین میزان بارندگی شهرستان کوهدشت در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ به میزان ۲۲۷/۷ میلی‌متر بود که در مقایسه با میانگین بلندمدت بارندگی ۴۹ درصد و نسبت به سال زراعی گذشته ۴۴ درصد کاهش

عملکرد گندم دیم، این پژوهش با هدف بررسی تاثیر همزمان آبیاری تکمیلی و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد دانه به منظور توصیه مناسب‌ترین زمان آبیاری تکمیلی و میزان مصرف کود نیتروژن اجراء شد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی عکس‌العمل ارقام گندم نان به آبیاری تکمیلی و مقادیر مختلف کود نیتروژن، این پژوهش به مدت دو سال زراعی (۹۴-۱۳۹۲) در مزرعه کشاورزان شهرستان کوهدشت استان لرستان اجراء شد. این پژوهش به صورت کرت‌های دوبار خردشده و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجراء شد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح آبیاری تکمیلی (بدون آبیاری، ۵۰ میلی‌متر آبیاری در زمان کاشت و ۵۰ میلی‌متر آبیاری در زمان کاشت + ۵۰ میلی‌متر آبیاری در زمان گلدهی)، دو رقم گندم نان (کریم و کوهدشت) و سه میزان کود نیتروژن (۰، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) بودند. بر پایه نتایج تجزیه آزمون خاک، همه کودهای شیمیایی فسفر، پتاسیم و ۵۰ درصد کود نیتروژن (با توجه به مقادیر ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) همزمان با کاشت و ۵۰ درصد دیگر کود نیتروژن در زمان ساقه‌دهی بصورت سرک مصرف شد. عملیات تهیه زمین با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار + دیسک + ماله انجام شد. تراکم بذر برای ارقام کریم و کوهدشت به میزان ۳۵۰ دانه در مترمربع و فاصله خطوط کاشت ۱۷ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در هنگام کشت برای ضدعفونی بذور علیه بیماری‌های قارچی از سموم سیستمیک

میلی‌متر بود. حداقل مطلق درجه حرارت در دی‌ماه (۷/۲- درجه سانتی‌گراد) و حداکثر مطلق درجه حرارت در تیرماه (۴۳/۴ درجه حرارت) بود. تعداد روزهای یخبندان نیز ۶۳ روز بود.

نشان داد. بیشترین میزان بارندگی در آذرماه (۵۹/۱ میلی‌متر) و کمترین میزان بارندگی در دی‌ماه (۶/۳ میلی‌متر) بود. کل بارندگی‌های پاییزه، زمستانه و بهاره به ترتیب ۱۳۷، ۵۵/۷ و ۳۵

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

pH	EC (ds.m ⁻¹)	C (%)	N (%)	P K		عمق (cm)	بافت خاک
				mg/kg			
۷/۱	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۱	۱۱/۵	۲۲۵	۰-۳۰	لومی-رسی سیلت

جدول ۲- داده‌های هواشناسی محل اجرای آزمایش در سال‌های زراعی ۱۳۹۲-۹۴

ماه / سال	بارندگی (میلی‌متر)	حداقل دمای مطلق (سانتی‌گراد)	حداکثر دمای مطلق (سانتی‌گراد)	متوسط دما (سانتی‌گراد)	تعداد روزهای زیر صفر
۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۳
مهر	۰	۴۱/۱	۰/۸	۵/۲	۳۲
آبان	۶۸/۷	۳۶/۸	۰	۱	۲۵/۶
آذر	۵۲/۷	۵۹/۱	-۵/۴	-۴	۱۸/۶
دی	۷۵	۶/۳	-۷/۴	-۷/۲	۱۵/۴
بهمن	۵۱/۱	۱۹	-۶/۲	-۵/۲	۱۷/۲
اسفند	۷۲/۲	۳۰/۴	-۲/۸	-۴/۳	۲۳/۲
فروردین	۵۹/۳	۲۷/۳	-۳/۶	-۲	۲۷/۸
اردیبهشت	۲۶/۶	۷/۷	۴/۳	۱	۳۲
خرداد	۱/۷	۰	۷	۸/۱	۳۷
تیر	۰	۰	۱۴/۱	۴۳/۴	۳۹/۲
جمع	۴۰۷/۳	۲۲۷/۷			۶۳

نتایج و بحث

به میزان بارندگی بیشتر در سال اول ارتباط داد. این نتیجه با نتایج ولیزاده و همکاران (۱۳۹۵) مبنی بر همبستگی کامل بین میانگین عملکرد دانه با میزان و توزیع بارندگی در طول فصل رشد مطابقت داشت. تیمار آبیاری تاثیر معنی‌داری

جدول تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال بر تعداد دانه در سنبله، ارتفاع بوته و وزن هزار معنی‌دار شد (جدول ۳). اگرچه اثر سال بر عملکرد دانه معنی‌دار نشد، اما عملکرد دانه در سال اول بیشتر از سال دوم بود که می‌توان آن را

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر آبیاری، رقم و مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم نان در سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۲

منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)				عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	وزن هزار دانه	تعداد سنبله در واحد سطح	تعداد دانه در سنبله	ارتفاع بوته
		عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	وزن هزار دانه	تعداد سنبله در واحد سطح						
سال	۱	۱۰۰۸۵۱۶۶ ^{ns}	۲۳۶۴۵۲۳۲ ^{ns}	۱۸۶/۷*	۲۷۹۳۶/۷ ^{ns}	۳۲۷۴/۷**	۱۰۲۲۷/۹**				
سال × تکرار	۴	۱۴۸۱۷۰۱	۷۵۷۶۵۰۳	۱۴/۱	۹۲۴۷/۸	۱۹/۷	۳۸۰/۹				
آبیاری	۲	۶۱۴۹۱۴۵**	۸۵۶۷۶۴۶ ^{ns}	۸/۸ ^{ns}	۳۰۷۰۲/۶ ^{ns}	۴۶/۱ ^{ns}	۲۹۱/۵**				
آبیاری × سال	۲	۱۴۲۳۰۲ ^{ns}	۹۸۸۲۰۵۴ ^{ns}	۹/۷ ^{ns}	۲۷۹۷/۷ ^{ns}	۱۱/۲ ^{ns}	۱۷/۵ ^{ns}				
خطای a	۸	۳۵۰۵۲۶	۲۲۴۵۹۳۵	۸/۷	۸۴۶۵/۱	۲۲/۸	۱۷/۴				
رقم	۱	۱۴۲۳۵۴ ^{ns}	۲۱۲۶۲۲ ^{ns}	۰/۳ ^{ns}	۲۰۵۸۴/۱ ^{ns}	۷۸/۹ ^{ns}	۲۰/۳ ^{ns}				
رقم × سال	۱	۲۸۲۰۳۱ ^{ns}	۱۵۹۳۱۳ ^{ns}	۱۷/۹ ^{ns}	۲۶۹۱۶/۹*	۳/۶ ^{ns}	۲/۰ ^{ns}				
رقم × آبیاری	۲	۱۵۰۵۲۱۶ ^{ns}	۱۴۰۹۸۶۳۵ ^{ns}	۱۸/۱ ^{ns}	۹۴۷۵/۲ ^{ns}	۳/۲ ^{ns}	۱۰۵/۲*				
رقم × آبیاری × سال	۲	۱۹۵۳۴۰۶ ^{ns}	۴۲۴۴۵۸۲ ^{ns}	۳۲/۸ ^{ns}	۱۱۱۴۳/۲ ^{ns}	۷۴/۰ ^{ns}	۷۳/۰ ^{ns}				
خطای b	۱۲	۱۵۵۱۸۱۰	۷۶۴۰۰۹۸	۲۴/۲	۷۹۵۹/۲	۴۷/۷	۲۶/۰				
نیتروژن	۲	۹۱۰۱۰۴۵**	۸۲۶۲۷۶۰۷**	۲۱۰/۳**	۸۵۳۳۹/۷**	۳۴/۰ ^{ns}	۹۹۸/۰**				
نیتروژن × سال	۲	۳۷۰۲۳۷۳**	۱۸۵۹۲۹۳۴**	۷۸/۸**	۴۵۹۸۸/۵**	۱۹۳/۸**	۸۹۹/۲**				
نیتروژن × آبیاری	۴	۳۸۴۴۱۶ ^{ns}	۳۸۷۹۶۲۱ ^{ns}	۷/۲ ^{ns}	۷۷۵۹/۱ ^{ns}	۴/۷ ^{ns}	۵۰/۸ ^{ns}				
نیتروژن × آبیاری × سال	۴	۲۶۳۴۶۱ ^{ns}	۲۵۹۹۶۹۸ ^{ns}	۱۸/۳ ^{ns}	۶۹۴۹/۹ ^{ns}	۱۳/۳ ^{ns}	۱۰/۲ ^{ns}				
نیتروژن × رقم	۲	۱۸۵۸۱۷ ^{ns}	۱۵۱۶۷۰۳ ^{ns}	۱۰/۳ ^{ns}	۲۸۵۸/۶ ^{ns}	۱۰/۰ ^{ns}	۳۳/۴ ^{ns}				
نیتروژن × رقم × سال	۲	۹۱۰۶۳۷ ^{ns}	۳۶۹۶۸۳۷ ^{ns}	۱۸/۰ ^{ns}	۳۰۹۸۶/۳*	۹/۴ ^{ns}	۱۶/۳ ^{ns}				
نیتروژن × رقم × آبیاری	۴	۱۱۳۲۷۹ ^{ns}	۴۳۶۴۳۱۶ ^{ns}	۶/۲ ^{ns}	۱۳۹۹۹/۱ ^{ns}	۱۸/۶ ^{ns}	۴۳/۱ ^{ns}				
نیتروژن × رقم × آبیاری × سال	۴	۳۵۱۷۳۶ ^{ns}	۲۵۰۱۵۹۳ ^{ns}	۴/۹ ^{ns}	۱۱۶۷۵/۶ ^{ns}	۳۰/۹ ^{ns}	۶۴/۳*				
خطای C	۴۸	۴۶۲۴۹۱	۲۶۸۰۶۹۵	۱۲/۴	۶۲۹۹/۲	۲۹/۴	۲۲/۰				
ضریب تغییرات (%CV)		۲۰/۶	۲۰/۳	۹/۵	۲۰/۴	۱۶/۴	۷				

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی داری، معنی داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

دانه در سنبله مشابه بود (رجایی و همکاران، ۱۳۹۴؛ Abdoli and Saeidi, 2012). همچنین گزارش شده است که تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در متر مربع جزء حساس ترین اجزای عملکرد به تنش خشکی می باشند، در حالی که وزن هزار دانه به علت جابجایی بالای اسمیلات های ذخیره شده در زمان قبل از گلدهی نسبتاً ثابت باقی می ماند (Zhang-hu and Rajaram, 1994, Giunta et al., 1993). عملکرد دانه در شرایط آبیاری تکمیلی در زمان کاشت و زمان کاشت + گلدهی به ترتیب به میزان ۱۵/۱ و ۲۲/۲ درصد نسبت به شرایط دیم افزایش یافت. این افزایش احتمالاً به علت افزایش تعداد سنبله در واحد سطح (به ترتیب به میزان ۹/۹ و ۱۳/۸ درصد) بوده است (جدول ۴). نوری زاده و همکاران (۱۳۹۵) نیز نقش تنش خشکی را در طی فصل رشد بر تعداد سنبله در واحد سطح که دارای ارتباط مستقیم با عملکرد دانه می باشد، مهم دانستند. همچنین آنها گزارش نمودند که تنش خشکی احتمالاً بر فرایندهای فیزیولوژیک مؤثر بوده و منجر به کاهش در میزان گلدهی شده که به علت کمبود آب و نیز انتقال مواد فتوسنتزی بوده است. در تحقیق انجام شده توسط خرسندی و همکاران (۱۳۹۲) نیز تاثیر کاهش تعداد سنبله در واحد سطح بر کاهش عملکرد گزارش شده است. سعیدی و همکاران (۱۳۹۴) نیز گزارش نمودند که بیشترین خسارت ناشی از تنش خشکی مربوط به عملکرد بیوماس، عملکرد سنبله و عملکرد دانه بوده که نسبت به شرایط آبیاری تکمیلی به ترتیب به میزان ۳۴/۵، ۳۰ و ۲۷/۲ درصد کاهش نشان

($P < 0/01$) بر عملکرد دانه و ارتفاع بوته داشته و بر سایر صفات بی تاثیر بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین دو ساله داده ها نشان داد آبیاری تکمیلی در زمان کاشت، کاشت + گلدهی نسبت به تیمار شاهد (عدم آبیاری) عملکرد دانه بیشتری نشان دادند (جدول ۴). در عین حال، دو تیمار آبیاری تکمیلی در زمان کاشت و آبیاری تکمیلی در زمان کاشت + گلدهی با هم اختلاف معنی داری نداشتند. در مطالعات بسیاری، بهبود عملکرد دانه غلات دیم تحت آبیاری تکمیلی در زمان کاشت گزارش شده است (Naseri et al., 2010، صفاری و مددی زاده، ۱۳۹۱). تحقیقات نشان داده است که آبیاری تکمیلی در زمان کاشت می تواند عملکرد غلات زمستانه را به میزان ۵۰۰-۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش دهد (Tavakoli, 2001). در تحقیقات انجام شده در شمال چین نیز اختلاف معنی داری در کارایی مصرف نیتروژن بین یک بار آبیاری تکمیلی (در مرحله ظهور اولین گره) و دو آبیاری تکمیلی (در مراحل ظهور اولین گره و گلدهی) مشاهده نشد (Zang et al., 2012; Guo et al., 2014). توکلی و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش نمودند، هر چند عملکرد محصول تحت شرایط تنش، کمتر از عملکرد آن در شرایط مطلوب است اما بهره وری آب تحت شرایط ملایم، به مراتب بیشتر از شرایط آبیاری کامل می باشد. تاثیر مدیریت آبیاری بر وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله یکسان بوده و اختلاف بین تیمارها معنی دار نبود (جدول ۴). این نتایج با نتایج سایر محققان مبنی بر عدم تأثیر معنی دار تیمار آبیاری بر وزن هزار دانه و تعداد

داد (جدول ۴). علی‌رغم این‌که اثر متقابل سال × آبیاری معنی‌دار نشد، انجام آبیاری تکمیلی در مرحله کاشت و گلدهی در سال دوم به میزان ۴۰۵۷ کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد (شرایط دیم)، در سال اول با ۲۵۸۰ کیلوگرم در هکتار، ۳۶/۴ درصد افزایش عملکرد نشان داد (جدول ۵).

دادند. بیشترین ارتفاع بوته مربوط به آبیاری تکمیلی در زمان کاشت + گلدهی بود (جدول ۴). کاهش ارتفاع بوته در اثر تنش خشکی توسط محققان گزارش شده است (سعیدی و همکاران، ۱۳۹۴؛ پازکی، ۱۳۹۵؛ نوری‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵). در این مطالعه آبیاری تکمیلی عملکرد بیولوژیک را نسبت به تیمار عدم آبیاری افزایش

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های اثر آبیاری، رقم و مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم نان

تیمار	عملکرد دانه (kg/ha)	عملکرد بیولوژیک (kg/ha)	وزن هزار دانه (g)	تعداد سنبله در واحد سطح	تعداد دانه در سنبله	ارتفاع بوته (cm)
آبیاری						
I ₁	۲۸۶۳/۱ b	۷۵۳۶/۲ b	۳۶/۷ a	۳۵۶/۲ b	۳۱/۸ a	۶۳/۲ c
I ₂	۳۳۷۴/۷ a	۸۲۲۰/۹ a	۳۶/۹ a	۳۹۵/۴ a	۳۳/۶ a	۶۵/۵ b
I ₃	۳۶۸۱/۲ a	۸۴۸۰/۵ a	۳۷/۶ a	۴۱۳/۳ a	۳۳/۸ a	۶۸/۸ a
رقم						
V ₁	۳۲۷۰/۰ a	۸۱۲۳/۶ a	۳۷/۸ a	۴۰۲/۱ a	۳۲/۲ a	۶۶/۳ a
V ₂	۳۳۴۲/۶ a	۸۰۳۴/۸ a	۳۷/۰ a	۳۷۴/۵ a	۳۳/۹ a	۶۵/۴ a
کود نیتروژن						
N ₁	۲۷۲۸/۴ b	۶۳۷۱/۶ b	۳۹/۵ a	۳۳۲/۳ b	۳۲/۰ a	۶۰/۱ c
N ₂	۳۵۷۴/۳ a	۸۶۰۳/۸ a	۳۷/۱ b	۴۱۱/۷ a	۳۳/۴ a	۶۶/۹ b
N ₃	۳۶۴۳/۲ a	۹۲۶۲/۲ a	۳۴/۷ c	۴۲۰/۹ a	۳۳/۹ a	۷۰/۵ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون و تیمار بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

I₁ = rainfed conditions

I₂ = Irrigation in planting

I₃ = Irrigation in planting + flowering

V₁ = Karim cultivar

V₂ = Koohdasht cultivar

N₁ = 0 kg/ha nitrogen fertilizer

N₂ = 60 kg/ha nitrogen fertilizer

N₃ = 120 kg/ha nitrogen fertilizer

I₁ = بدون آبیاری

I₂ = آبیاری در زمان کاشت

I₃ = آبیاری در زمان کاشت + گلدهی

V₁ = رقم کریم

V₂ = رقم کوهدشت

N₁ = ۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن

N₂ = ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن

N₃ = ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل سال × آبیاری و سال × نیتروژن بر عملکرد دانه

عملکرد دانه (kg/ha)	تیمار	
۲۵۸۰ a	I ₁	Y ₁
۳۱۱۷ a	I ₂	
۳۳۰۴ a	I ₃	
۳۱۴۵ a	I ₁	Y ₂
۳۶۳۲ a	I ₂	
۴۰۵۷ a	I ₃	
۲۳۵۴ d	N ₁	Y ₁
۳۵۹۱ b	N ₂	
۳۰۵۶ c	N ₃	
۳۱۰۲ c	N ₁	Y ₂
۳۵۰۳ b	N ₂	
۴۲۲۹ a	N ₃	

Y₁: سال اولY₂: سال دوم

تعداد سنبله در واحد سطح در دو سطح مصرف نیتروژن ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم تفاوت معنی داری نداشتند. این نتیجه بیانگر آن است که مصرف بیش از ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در عملکرد دانه تاثیر معنی داری ندارد. بنابراین مناسب ترین مدیریت مصرف نیتروژن با در نظر گرفتن مسائل اقتصادی ۶۰ کیلوگرم در هکتار می باشد. توکلی و همکاران (۱۳۹۳) طی تحقیقی میزان ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار را با دارا بودن بیشترین میزان بهره‌وری آب آبیاری بهترین مدیریت مصرف نیتروژن در گندم دیم دانسته‌اند. نتایج تحقیقات سدري و همکاران (۱۳۹۵) نشان داد که بین تاثیر مصرف کل و تقسیط ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر افزایش عملکرد دانه، مقدار پروتئین دانه و کارائی‌های

اثر متقابل آبیاری × سال × رقم برای کلیه صفات معنی دار نشد (جدول ۳). این امر بیانگر واکنش یکسان دو رقم کریم و کوهدشت در سال‌ها و مدیریت آبیاری تکمیلی و شرایط دیم می باشد. مصرف کود نیتروژن، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد سنبله در واحد سطح را به طور معنی داری افزایش داد (جدول ۳). در بین مقادیر مصرف کود نیتروژن، میزان مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین عملکرد ۳۶۴۳ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با عدم مصرف کود به میزان ۲۷۲۸ بالاترین میزان را به خود اختصاص داد (جدول ۴). همین روند نیز در بررسی تعداد سنبله در واحد سطح و عملکرد بیولوژیک برقرار بود. با توجه به مقایسه میانگین‌ها، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و

کاشت و گلدهی در سال دوم نسبت به مدیریت مصرف نیتروژن در سال اول افزایشی حدود ۱۸۷۵ کیلوگرمی داشت (جدول ۵).

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر متقابل نیتروژن \times آبیاری در هیچ کدام از صفات مورد بررسی اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۳). اما نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که در میان مدیریت های مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با آبیاری تکمیلی در زمان کاشت و گلدهی، مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با آبیاری در زمان کاشت و گلدهی، مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و آبیاری در زمان کاشت از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی داری وجود نداشت (شکل ۱). در مورد عملکرد بیولوژیک نیز وضعیت مشابه بود (شکل ۲). با مدیریت عدم مصرف نیتروژن و آبیاری تکمیلی (چه در زمان کاشت و چه در زمان کاشت + گلدهی) تفاوت معنی داری از نظر آماری برای وزن هزار دانه وجود نداشت (شکل ۳). اثر متقابل آبیاری \times نیتروژن \times رقم نشان داد که در مدیریت مصرف نیتروژن ۱۲۰ کیلوگرم و آبیاری تکمیلی در زمان کاشت و گلدهی و در رقم کوهدشت، بیشترین عملکرد دانه تولیدی وجود داشت (جدول ۶). بعلاوه، بین عملکرد دانه رقم کریم با مدیریت آبیاری در زمان کاشت و مصرف کود ۶۰ کیلوگرم در هکتار با تیمار قبلی تفاوت معنی داری وجود نداشت. از این رو، به نظر می رسد رقم کریم سازگاری بیشتری به شرایط کم آبی و تنش نیتروژنی داشته باشد. مدیریت کاربرد نیتروژن ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار

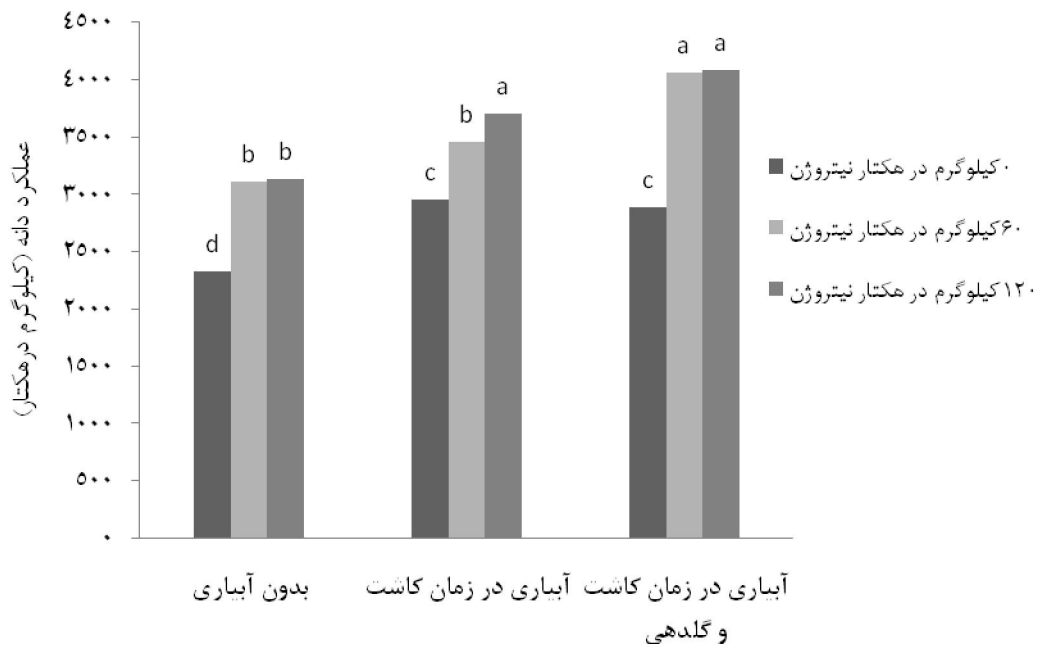
زراعی و استفاده از آب تفاوت معنی داری وجود نداشت. افزایش مصرف نیتروژن باعث کاهش معنی داری در وزن هزار دانه شد، به طوری که مقدار این صفت در مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به میزان ۱۲ درصد کاهش یافت (جدول ۴). به نظر می رسد کاهش وزن هزار دانه بعلت افزایش معنی دار تعداد سنبله در واحد سطح بوده است. به طوری که با افزایش تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در واحد سطح افزایش یافته است. بدین ترتیب مقدار مواد فتوسنتزی اختصاص یافته به دانه کاهش یافته و در نهایت کاهش وزن دانه را به دنبال داشته است. بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک از مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن بدست آمده است، زیرا با افزایش مصرف نیتروژن به دلیل افزایش تعداد برگ، تعداد پنجه و ارتفاع گیاه عملکرد بیولوژیک گیاه نیز افزایش می یابد. مصرف کود نیتروژن به میزان ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار (به ترتیب در زمان کاشت و کاشت + گلدهی) موجب افزایش ۱۱/۳ و ۱۷/۳ درصدی ارتفاع بوته نسبت به تیمار شاهد (بدون مصرف کود) شد (جدول ۴). گزارش پاکسی (۱۳۹۵) حاکی از آن است که مصرف نیتروژن موجب افزایش ارتفاع گندم می شود. همچنین وی گزارش نمود که با افزایش قابل توجه ارتفاع بوته به عنوان شاخصی از رشد رویشی بر اثر مصرف نیتروژن، انتظار می رود عملکرد بیولوژیک نیز بهبود یابد. اثر متقابل سال \times نیتروژن در کلیه صفات مورد ارزیابی معنی دار شد (جدول ۳). عملکرد دانه به میزان ۴۲۲۹ کیلوگرم در هکتار با مصرف نیتروژن در مرحله

گندم را به مصرف نیتروژن گزارش نمودند و میزان جذب نیتروژن را به برهمکنش تاریخ رسیدگی فیزیولوژیک و تأمین آب نسبت دادند. همچنین در این مطالعه، تفاوتی از نظر عملکرد دانه در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی برای رقم کریم وجود نداشت (شکل ۵). احتمالاً این موضوع بر تحمل به تنش خشکی بیشتر رقم کریم نسبت به رقم کوهدشت دلالت داشته باشد.

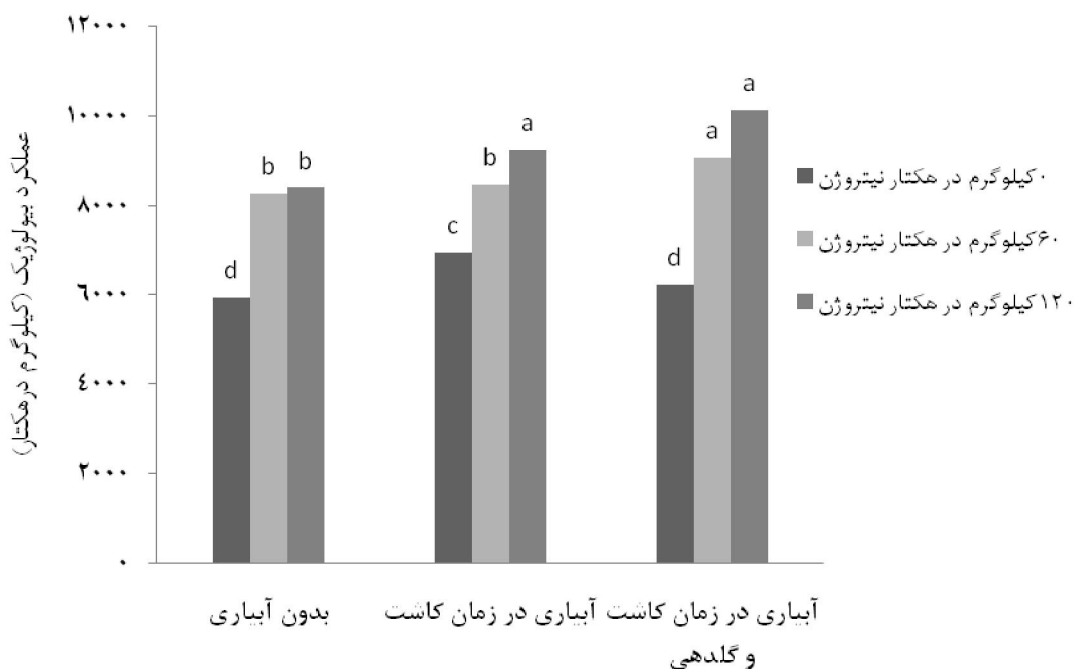
منجر به افزایش عملکرد ارقام کریم و کوهدشت نسبت به عدم کاربرد کود نیتروژن گردید (شکل ۴). بعلاوه، عملکرد رقم کریم نسبت به رقم کوهدشت در مدیریت مصرف کود نیتروژن ۶۰ کیلوگرم در هکتار و مدیریت مصرف کود نیتروژن ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب افزایش و کاهش یافت. ونهرواردن و همکاران (۱۹۹۶) در مطالعه‌ای پاسخ‌های متفاوت ارقام مختلف

جدول ۶- اثر متقابل آبیاری × نیتروژن × رقم بر عملکرد دانه

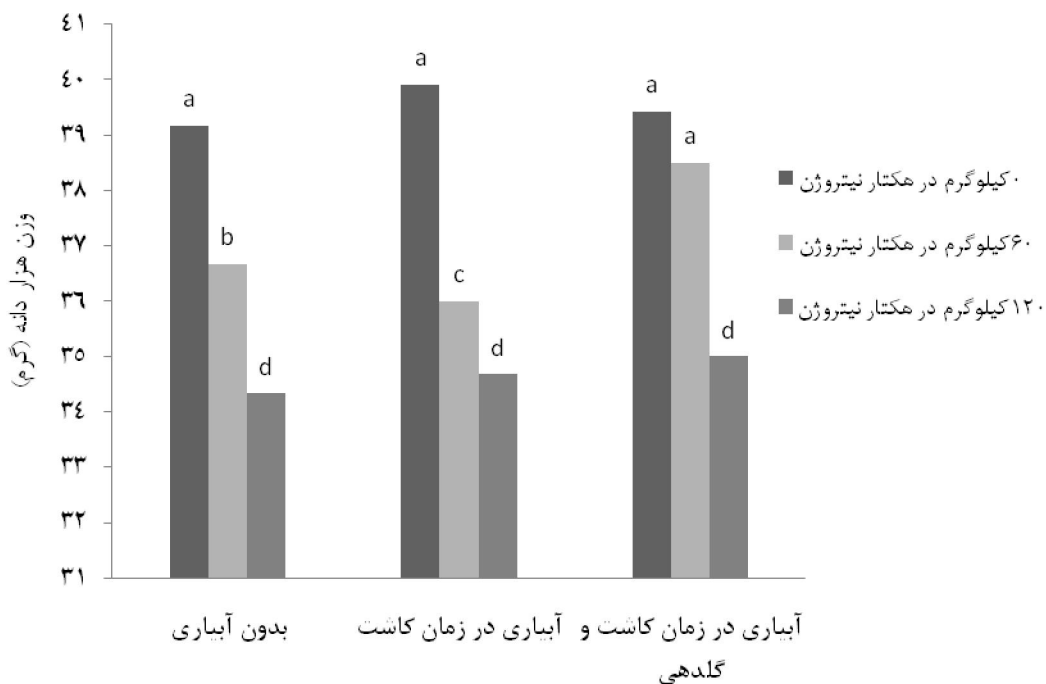
عملکرد دانه (kg/ha)	تیمار		
۲۳۸۵ d	۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن	کریم	عدم آبیاری
۳۳۰۲ b	۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن		
۲۹۰۰ c	۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن		
۲۲۷۷ d	۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن	کوهدشت	
۲۹۳۳ c	۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن		
۳۳۷۹ b	۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن		
۳۰۳۹ c	۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن	کریم	آبیاری در زمان کاشت
۳۷۳۱ a	۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن		
۳۷۹۶ a	۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن		
۲۸۸۴ d	۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن	کوهدشت	
۳۱۸۴ b	۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن		
۳۶۱۲ b	۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن		
۲۶۵۵ d	۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن	کریم	آبیاری در زمان کاشت + گلدهی
۴۰۴۰ a	۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن		
۳۵۷۷ b	۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن		
۳۱۲۸ b	۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن	کوهدشت	
۴۰۹۱ a	۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن		
۴۵۹۳ a	۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن		



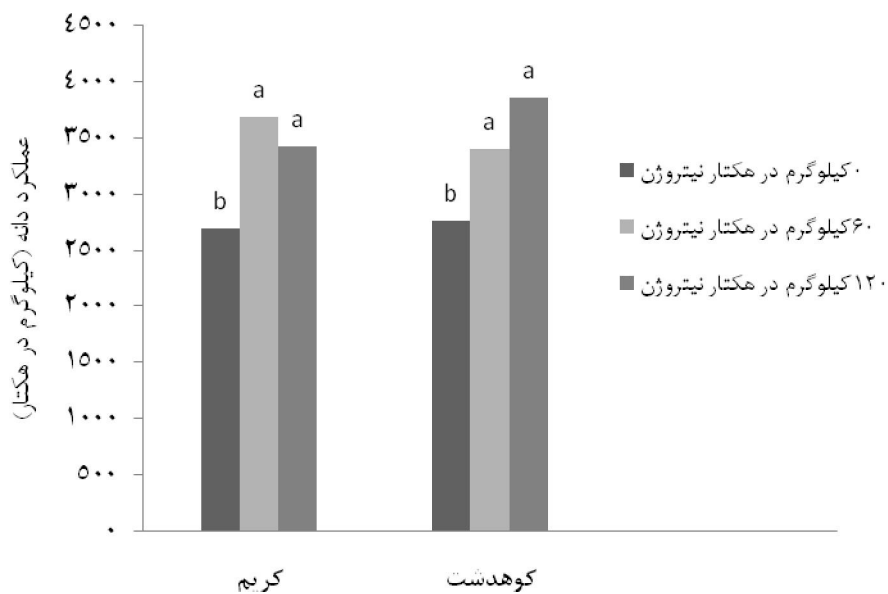
شکل ۱- اثر متقابل زمان آبیاری و سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه



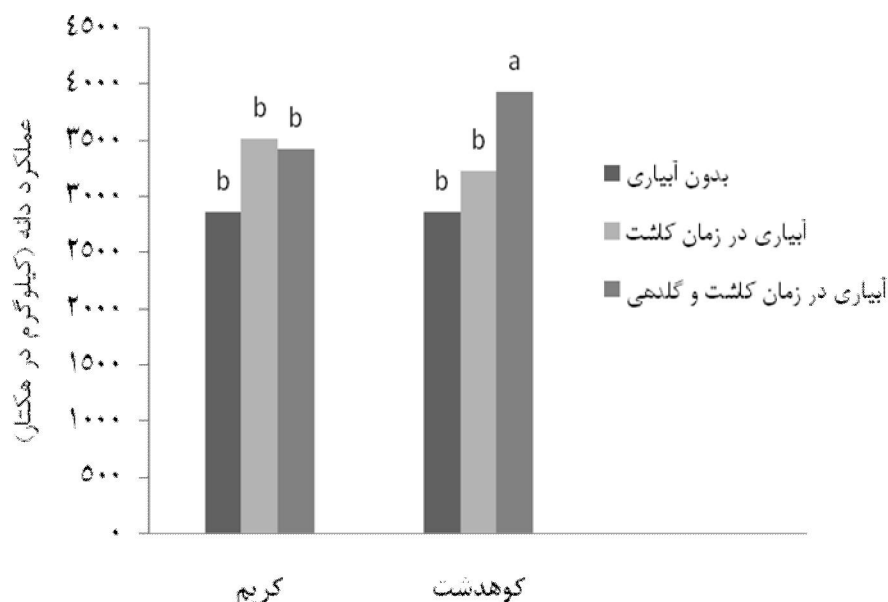
شکل ۲- اثر متقابل زمان آبیاری و سطوح نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک



شکل ۳- اثر متقابل زمان آبیاری و سطوح مصرف نیتروژن بر وزن هزار دانه



شکل ۴- اثر متقابل رقم و سطوح مصرف نیتروژن بر عملکرد دانه



شکل ۵- اثر متقابل آبیاری و رقم بر عملکرد دانه

واحد سطح با مصرف نیتروژن به طور معنی داری افزایش یافت، اما بین دو سطح کاربرد نیتروژن ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی داری مشاهده نشد. بنابراین مناسب ترین مدیریت کاربرد کود نیتروژن با در نظر گرفتن مسائل اقتصادی مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن می باشد. رقم کریم، بیشترین عملکرد دانه را در مدیریت مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و آبیاری تکمیلی در زمان کاشت به خود اختصاص دارد. در نهایت می توان نتیجه گرفت که با مدیریت آبیاری تکمیلی و مصرف نیتروژن در شرایط دیم می توان عملکرد دانه گندم را بهبود بخشید.

نتیجه گیری نهایی

در این پژوهش، آبیاری تکمیلی به افزایش معنی دار عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد سنبله در واحد سطح منجر شد، اما بین دو تیمار آبیاری تکمیلی در هنگام کاشت و آبیاری تکمیلی در هنگام کاشت + گلدهی تفاوت معنی داری مشاهده نشد. از این رو با در نظر گرفتن مسائل اقتصادی می توان نتیجه گرفت که آبیاری تکمیلی به میزان ۵۰ میلی متر در زمان کاشت نسبت به آبیاری تکمیلی در زمان کاشت + گلدهی برتر بود. همچنین نتایج نشان داد که عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد سنبله در

منابع

پازکی علی رضا. ۱۳۹۵. بررسی اثر اسید هیومیک و باکتری های محرک رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دوروم تحت شرایط تنش خشکی در منطقه شهر ری. تحقیقات غلات. ۴(۱): ۱۱۷-۱۰۵.

توکلی علیرضا، مهدوی مقدم مهران، سالمی حمیدرضا. ۱۳۹۳. اثرات آبیاری تکمیلی و کود نیتروژن و ضرایب همبستگی صفات و شاخص‌های تحمل به خشکی گندم نان در زراعت دیم. نشریه تولید گیاهان زراعی. ۷(۴): ۱۴۳-۱۵۹.

رجایی مجید، طهماسبی سیروس، بیدادی محمدجواد، زارع کاووس، سرفرازی شهاب. ۱۳۹۴. اثر تنش خشکی انتهایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های گندم نان. تحقیقات غلات. ۵(۴): ۳۴۱-۳۵۲.

روستایی مظفر. ۱۳۹۴. اثر آبیاری تکمیلی بر عملکرد دانه و برخی خصوصیات زراعی ژنوتیپ‌های گندم نان در منطقه مراغه. مجله به‌نژادی نهال و بذر. ۱(۳۱): ۲۰۵-۲۲۵.

سعیدی محسن، عبدلی مجید، شفیعی انبوی مهدی، محمدی ماهرخ، اسکندری قلعه زهرا. ۱۳۹۴. ارزیابی تنوع ژنوتیپ‌های گندم نان و دوروم بر اساس خصوصیات زراعی و برخی از صفات مرفولوژیک در شرایط بدون تنش و تنش خشکی آخرفصل. تحقیقات غلات. ۵(۴): ۳۵۳-۳۶۹.

سدیری محمدحسین، گلچین احمد، فیضی اصل ولی، سی و سه مرده عادل. ۱۳۹۵. اثرات مصرف بهینه نیتروژن بر کارایی استفاده از آب باران و عملکرد گندم دیم در رژیم‌های متفاوت رطوبتی. نشریه زراعت دیم ایران. ۵(۱): ۶۳-۱۱۵.

صفاری مهری، مددی‌زاده محمد. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر سطوح مختلف کود ازته و آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد جو رقم سهند در منطقه بافت. مجله علوم کشاورزی دیم ایران. ۱(۱): ۱۰۷-۹۲.

حیدرپور نصرت‌اله، طلایی سجاد. ۱۳۹۵. تاثیر هنگام آبیاری تکمیلی و میزان نیتروژن بر عملکرد و ویژگی‌های زراعی گندم (*Triticum aestivum* L.) دیم رقم کوه‌دشت. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴(۴۷): ۵۴۹-۵۴۱.

خرسندی هادی، غفاری عبدالعلی، تاج بخش شیشوان مهدی، زادحسن اسماعیل. ۱۳۹۲. ارزیابی شاخص‌های رشد چند ژنوتیپ گندم نان تحت شرایط دیم و آبیاری تکمیلی. نشریه زراعت دیم ایران. ۱(۴): ۱۰۳-۶۹.

مجدسلیمی کوروش. ۱۳۹۵. تاثیر کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد چای در شرایط آبیاری تکمیلی و دیم. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی. ۲۳(۲): ۱۶۳-۱۴۵.

نوری‌زاده حامد، اهتمام محمدحسین، ارزانی احمد، اسماعیل‌زاده مقدم محسن. ۱۳۹۵. تاثیر تنش رطوبتی بر صفات زراعی و مورفولوژیک لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۴(۴): ۵۹۹-۶۱۷.

ولیزاده غلامرضا، خرسندی هادی. ۱۳۹۵. بررسی تاثیر روش‌های مختلف محلول‌پاشی و مصرف خاکی نیتروژن در ارقام مختلف گندم بر عملکرد و جذب نیتروژن در شرایط دیم. نشریه زراعت دیم ایران. ۵(۱):

۸۷-۱۱۶

Abdelkhalek AA, Darwesh RKh, El-Mansoury MAM. 2015. Response of some wheat varieties to irrigation and nitrogen fertilization using ammonia gas in North Nile Delta region. *Annals of Agricultural Science*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aos.2015.10.012>

- Abd El-Hmeed IM, Omar AE. 2006. Response of bread wheat to some fertilization treatments. In: The 31st International Conference for Statistics, Computer Science and its Applications, 2006, pp: 1–6
- Abdoli M, Saeidi M. 2012. Using different indices for selection of resistant wheat cultivars to post anthesis water deficit in the west of Iran. *Annals of Biological Research*. 3 (33): 1322-1333.
- Brueck H, Senbayram M. 2009. Low nitrogen supply decreases water-use efficiency of oriental tobacco. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 172: 216–223.
- Campbell CA, Selles F, Zentner RP, Mc Conkey BG. 1993. Available water and nitrogen effects on yield components and grain nitrogen of zero-till spring wheat. *Agronomy Journal*. 85: 114-120.
- Garcia del Moral LF, Rhrarrabti Y, Villegas D, Royo C. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: an ontogenic approach. *Agronomy Journal*. 95: 266-274.
- Giunta F, Motzo R, Deidda M. 1993. Effect of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in a Mediterranean environment. *Field Crop Research*. 33: 399-409.
- Guo Z, Zhang Y, Zhao J, Shi Y, Yu Z. 2014. Nitrogen use by winter wheat and changes in soil nitrate nitrogen levels with supplemental irrigation based on measurement of moisture content in various soil layers. *Field Crop Research*. 164: 117-125.
- Li QQ, Dong BD, Qiao YZ, Liu MY, Zhang JW. 2010. Root growth, available soil water, and water-use efficiency of winter wheat under different irrigation regimes applied at different growth stages in North China. *Agricultural Water Management*. 97: 1676-1682.
- Lv LH, Wang HJ, Jia XL, Wang ZM. 2011. Analysis on water requirement and water-saving amount of wheat and corn in typical regions of the North China Plain. *Frontiers of Agriculture in China*. 5: 556-562.
- Naseri R, Soleimanifard A, Soleimani R. 2010. Yield and yield components of dry land wheat cultivars as influenced by supplementary irrigation at different growth stages. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 7 (6): 684-688.
- Oweis T, Hachum A, Pala M. 2004. Water use efficiency of winter-sown chickpea under supplemental irrigation in a Mediterranean environment. *Agricultural Water Management*. 66: 163–179
- Ryan J, Ibriki H, Sommer R, Mc Neill A. 2009. Nitrogen in rainfed and irrigated cropping systems in the Mediterranean region. *Advances in Agronomy*. 104: 53-136.
- Simane B, Struik PC, Nachit MM, Paacock JM. 1993. Ontogenic analysis of field components and yield stability of durum wheat in water-limited environments. *Euphytica*. 71: 211-219.
- Tavakoli AR. 2001. Optimal management of single irrigation on dryland wheat farming. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 2 (7): 41-50.
- Tavakoli AR, Oweis T, Ashrafi Sh, Asadi H, Siadat H, Liaghat A. 2010. Improving rainwater productivity with supplemental irrigation in upper Karkheh river basin of Iran. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo., Syria, 123 P.

- Tilling AK, O'Leary G, Ferwerda JG, Jones SD, Fitzgerald G, Belford R. 2007. Remote sensing to detect nitrogen and water stress in wheat. *Field Crops Research*. 104: 77-85.
- Van Herwaarden AF, Farquhar GD, Angus JF, Richards RA. 1996. Physiological responses of six spring wheat varieties to nitrogen fertilizer. *Proceedings of 8th Agronomy Conference*. Australia.
- Wang D, Yu Z, White PJ. 2013. The effect of supplemental irrigation after jointing on leaf senescence and grain filling in wheat. *Field Crop Research*. 151: 35-44. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2013.07.009>.
- Wang C, Liu W, Li Q, Ma D, Lu M, Feng W, Xie Y, Zhu Y, Guo T. 2014. Effects of different irrigation and nitrogen regimes on root growth and its correlation with above-ground plant parts in high-yielding wheat under field conditions. *Field Crops Research*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2014.04.011>
- Wang X, Shi Y, Guo Z, Zhang Y, Yu Z. 2015. Water use and soil nitrate nitrogen changes under supplemental irrigation with nitrogen application rate in wheat field. *Field Crop Research*. 183: 117-125.
- Xiao G, Zhang Q, Wang R, Xiong R. 2009. Effects of elevated CO₂ concentration supplemental irrigation and nitrogenous fertilizer application on rain-fed spring wheat yield. *Acta Ecologica Sinica*. 29: 205-210.
- Zang HZ, Liu YP, Cao L, Zhang YH, Wang ZM. 2012. Nitrogen absorption and utilization characteristics of two high-yield winter wheat cultivars under limited irrigation and nitrogen supply. *Journal of Triticeae Crops*. 32: 503–509 (in Chinese).
- Zhong-hu H, Rajaram S. 1994. Differential responses of bread wheat characters of high temperature. *Euphytica*. 72: 197-203.

Effects of different nitrogen application rates and supplemental irrigation on agronomic characteristics and grain yield of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under rainfed conditions

T. Hossein Pour¹, M. Rahmati^{1*}, A. Ahmadi², J. Doolatshah³

1- Seed and Plant improvement Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Khorramabad, Iran

2- Lorestan Agricultural Jihad Organization, Khorramabad, Iran

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of optimum nitrogen application rates and supplemental irrigation on agronomic characteristics and grain yield of bread wheat cultivars in Koohdash under rainfed conditions. The experiments were carried out split-split-plot in randomized complete block design arrangements from 2013-2015 cropping years. The irrigation treatments (rainfed, irrigation at planting, planting + flowering stages with rates of 50 mm), two cultivars (Karim and Koohdasht) and different nitrogen rates (0, 60 and 120 kg/ha) were arranged in main plots, sub-plots and sub-sub-plots, respectively. The results showed that grain yield, biological yield and number of spike/m² were significantly increased, but there was not any significant difference between two levels of nitrogen application. Therefore, the most appropriate management of nitrogen application is 60 kg/ha, considering economic issues. Also, the supplemental irrigation significantly increased grain yield, however no significant differences observed between irrigation treatments. Considering economic issues, it can be concluded that irrigation at planting was superior in comparison to rainfed and irrigation at planting + flowering stages. Although, the main effect of cultivar was not significant for traits, but Karim cultivar produced the highest grain yield under supplemental irrigation at planting and nitrogen application of 60 kg/ha. Finally, it can be concluded that wheat grain yield can be improve using supplemental irrigation management and nitrogen under rainfed conditions.

Keywords: Supplemental irrigation, rainfed conditions, optimum nitrogen application

* Corresponding author: m.ghaedrahmati@areeo.ac.ir Received: 2017/11/08 Accepted: 2018/06/27