نشریه زراعت دیم ایران دوره ۵، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۵

DOI: http://dx.doi.org/10.22092/idaj.2016.107112

اثرات مصرف بهینه نیتروژن بر کارایی استفاده از آب باران و عملکرد گندم دیم در رژیم‌های متفاوت رطوبتی

محمد حسین سدری*[۱]، احمد گلچین[۲]، ولی فیضی اصل[۳]، عادل سی و سه مرده[۴]

۱- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران

۲- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۳- موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران

۴-گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

چکیده

به منظور بررسی اثرات مصرف نیتروژن بر عملکرد گندم دیم، کارائی زراعی نیتروژن و کارایی استفاده از آب باران در رژیم‌های متفاوت رطوبتی دو آزمایش در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی با سه نحوه مصرف نیتروژن شامل کل در پائیز، $\frac{۲}{۳}$ در پائیز + $\frac{۱}{۳}$ در بهار و $\frac{۱}{۲}$ در پائیز + $\frac{۱}{۲}$ در بهار (پنجه‌دهی) به عنوان کرت اصلی و با پنج سطح نیتروژن شامل ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره به عنوان کرت فرعی با سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم قاملو اجرا شد. نتایج نشان داد در شرایط دیم با مصرف ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، عملکرد دانه به ترتیب ۴۷۸، ۹۶۱، ۱۰۸۶ و ۸۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش ($p<۰/۰۵$) داشت. با افزایش نیتروژن تا سطح ۹۰ کیلوگرم در هکتار، کارایی مصرف آب باران به حداکثر (۱۰/۳ $kg.mm^{-1}.ha^{-1}$) رسید. در شرایط آبیاری تکمیلی در مراحل خوشه‌دهی و دو هفته پس از خوشه‌دهی با مصرف ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، عملکرد دانه به ترتیب ۸۴۹، ۱۳۵۷، ۱۵۴۰ و ۱۷۹۰ کیلوگرم در هکتار افزایش ($p<۰/۰۱$) یافت و ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با بیشترین عملکرد، کارائی زراعی نیتروژن و کارایی استفاده از آب بهترین تیمار بود. همچنین نتایج نشان داد که در شرایط دیم، مصرف کل و تقسیط ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در میزان عملکرد، مقدار پروتئین دانه و کارائی‌های زراعی و استفاده از آب در یک سطح معنی‌دار موثر بود.

واژه‌های کلیدی: نیتروژن- آبیاری تکمیلی- گندم دیم

* نگارنده مسئول: *sedri_mh@yahoo.com* تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵//۴/۱۴

مقدمه

اکثر خاک‌های کشاورزی تحت کشت دیم استان کردستان و غرب کشور به علت عدم بازگشت بقایای حاصل از برداشت به زمین و سوزاندن کلش، با فقر ماده آلی مواجه هستند. به همین دلیل کمبود شدید نیتروژن در مزارع گندم به صورت لکه‌های رنگ پریده و نقصان رشد مشهود بوده و همچنان به عنوان یکی از شایع‌ترین کمبودهای مهم تغذیه‌ای محدودکننده تولید گندم مطرح و ضروری است بیشتر مورد توجه قرار گیرد(سدری، ۱۳۸۷). فاتیما و همکاران (۱۹۹۲) گزارش نمودند که برای تولید اقتصادی گندم در مناطق خشک و نیمه خشک، مدیریت نیتروژن از اولویت ویژه‌ای برخوردار است و استفاده مناسب از کودهای نیتروژنی به منظور افزایش کمیت و کیفیت دانه گندم از ضروریات کشت این محصول می‌باشد. در مقیاس جهانی، نیتروژن محدودکننده‌ترین عنصر غذائی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک بوده و محور اصلی تمامی کودها محسوب می‌شود. در نواحی خشک و نیمه خشک به دلیل کمبود مواد آلی، معدنی شدن نیتروژن خاک تکافوی نیازهای گیاه را نکرده و نیاز به مصرف کودهای نیتروژنی، بیش از پیش احساس می‌شود. بر این اساس در این مناطق، عملکرد گندم به مدیریت مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنی وابسته است (Saradon and Gianibelli, 1992). نیتروژن در گیاهان، بالاترین غلظت را دارد و گلوگاه رشد محسوب می‌شود. این عنصر نقش مهمی در افزایش عملکرد دارد، بطوری‌که کمبود آن بیش از سایر عناصر غذایی عملکرد را محدود می‌کند. در مناطق خشک و نیمه خشک، کمبود مواد آلی در خاک به عنوان منبع طبیعی نیتروژن مورد نیاز گیاه و وجود تنش رطوبتی، به عنوان مانع اصلی جذب نیتروژن، همواره مطرح بوده و بعد از تنش رطوبتی، تنش نیتروژنی مهمترین عامل محدود کننده تولید گندم دیم در این مناطق محسوب می‌شود (Ryan *et al*., 2008). مصرف کودهای شیمیایی در مناطق دیم با محدودیت و تنگناهای جدی مدیریتی همراه است، از جمله این مشکلات، زمان، میزان و منبع کود نیتروژنی و عوامل محیطی دخیل در تولید محصولات دیم از قبیل توزیع و میزان بارندگی است که عدم هماهنگی آنها با زمان و مقدار مصرف کودهای شیمیایی می‌تواند موجب آسیب رساندن به محصول شود (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۷۳). نیتروژن به مقدار زیاد توسط گیاهان از خاک جذب می‌شود، بنابراین برای رشد بهینه گیاه، تامین مقدار کافی نیتروژن قابل استفاده در خاک، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Antep, 1997). جذب و شرکت نیتروژن در متابولیسم گیاهی بیشتر به عوامل محیطی(رطوبت و دما) و ژنتیکی گیاه (خصوصیات ریشه و قدرت انتقال مجدد نیتروژن) بستگی دارد که این موضوع، مشکلات مدیریت مصرف نیتروژن را در شرایط دیم، دو چندان می‌کند. میزان مصرف کودهای نیتروژنی برای گندم دیم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا در مصرف نامتعادل نیتروژن، علاوه بر تشدید اثر تنش‌های رطوبتی و حرارتی بر روی متابولیسم گیاه، عملکرد اقتصادی محصول را نیز کاهش می‌یابد (Fowler and Brydon, 1989b; Prihar, 1989). یانگ و همکاران (۲۰۰۰) معتقدند مصرف کود نیتروژن به مقدار لازم و در زمان مناسب برای گندم مهم می‌باشد تا در مواقع نیاز، گندم دیم بتواند از

ذخایر ساقه و اندام‌های رویشی، نیاز اندام زایشی را رفع نماید. عمده دلیل تفاوت‌های پاسخ گندم دیم به زمان‌ها و روش‌های مختلف مصرف نیتروژن را با تغییر شرایط اقلیمی (بارندگی و دما) و خصوصیات خاک در مناطق مورد مطالعه مرتبط دانست، زیرا که مصرف تقسیطی کودهای نیتروژنی برای گندم دیم، اغلب زمانی توصیه می‌شود که احتمال وقوع بارش‌های نسبتاً زیادی در بهار وجود داشته باشد. از این رو محققان پاسخ مثبت عملکردی کاربرد پاییزی و یا تقسیطی کودهای نیتروژنی را بیشتر با شرایط اقلیمی منطقه و بافت خاک مرتبط می‌دانند (Fowler and Brydon,1989a; Fowler and Brydon, 1989b). زمان مصرف کودهای نیتروژنی در شرایط دیم از اهمیت فوق‌العاده‌ای در مقایسه با شرایط آبی برخوردار است. به اعتقاد تاناکا و همکاران (۱۹۹۰)، کارایی استفاده از نیتروژن در گندم دیم، تحت تأثیر روش و زمان مصرف کودهای نیتروژنی است. افزون بر بارندگی، دما نیز از عوامل اقلیمی موثر در تعیین زمان مصرف نیتروژن می‌باشد. در دیمزارهای مناطق سرد و نیمه‌سرد، نیتروژن مصرفی به صورت آمونیوم جذب رس و کلوئیدهای خاک شده و در لایه‌های سطحی خاک باقی می‌ماند و امکان تبدیل آن به فرم نیتراتی به دلیل کمبود آب و دمای پائین (کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد) وجود ندارد. در چنین شرایطی بیش از ۷۵ درصد نیتروژن مصرفی به صورت تقسیط، در ۱۰ سانتی‌متر اولیه خاک تجمع پیدا می‌نماید (Olsen and Swallow, 1984; Salazar Sosa *et al*., 1998; Wang and Below, 1992). از بین کلیه عوامل موثر بر زمان مصرف نیتروژن، کاربرد پاییزی و یا تقسیطی کودهای نیتروژنی، بیشتر به شرایط اقلیمی منطقه بستگی دارد و در اغلب موارد نتایج زمان مصرف نیتروژن، غیرقابل پیش‌بینی است و باید از طریق آزمایش‌های منطقه‌ای مشخص گردد (Fowler and Brydon,1989a; Laegreid *et al*., 1999; Lopez-Bellidoe *et al*., 2006). بنابراین مهیا بودن شرایط انحلال و انتقال نیتروژن به طرف ریشه گیاه از اولویت‌های اصلی در تعیین زمان مصرف کودهای نیتروژنی در شرایط دیم به شمار می‌آید و کاربرد آن به صورت سرک در اغلب مناطق با کمبود رطوبت (بارندگی) باعث تصعید و یا عدم جذب کود توسط گیاه می‌شود (Fageria *et al*., 2011). هدف از این تحقیق، بررسی اثر نحوه مصرف (زمان و تقسیط نیتروژن) و مقادیر مختلف نیتروژن در دو شرایط رطوبتی دیم و آبیاری تکمیلی بر عملکرد، کارایی زراعی نیتروژن و کارایی استفاده از آب در گندم دیم بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر نحوه مصرف و مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد گندم دیم، کارائی استفاده از آب باران و کارایی زراعی نیتروژن در شرایط رطوبتی دیم و آبیاری تکمیلی دو آزمایش مجزا و در کنار هم، شامل آزمایش اول (دیم) و آزمایش دوم (آبیاری تکمیلی) با سه نحوه مصرف نیتروژن به عنوان کرت اصلی شامل مصرف نیتروژن به صورت T_1- کل در پائیز T_2- $\frac{۲}{۳}$ در پائیز + $\frac{۱}{۳}$ در بهار به صورت سرک در مرحله پنجه‌دهی T_3- $\frac{۱}{۲}$ در پائیز + $\frac{۱}{۲}$ در بهار به صورت سرک در مرحله پنجه-دهی و پنج سطح نیتروژن شامل ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان کرت فرعی و در سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به

صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده بر روی گندم دیم رقم آذر۲ به مدت دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و۹۳ -۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم قاملو اجرا شد. به منظور اجرای این تحقیق، در پائیز هر سال، قطعه زمینی به مساحت ۲۷۵۶ مترمربع با سیستم تناوبی آیش- گندم، انتخاب و عملیات خاک ورزی با گاو آهن قلمی به همراه دیسک انجام شد(اسکندری، ۱۳۸۱). قطعه زمین به دو قسمت مساوی به ابعاد ۲۴ × ۵۲ متر تقسیم و سپس بین دو قطعه، پنج متر فاصله در نظر گرفته شد. هرقطعه به سه تکرار به ابعاد ۲۴ × ۱۶ متر تقسیم شد. سپس هر تکرار به سه کرت اصلی به ابعاد ۱۴×۴ متر و هرکرت اصلی به پنج کرت فرعی به ابعاد ۴ × ۴ متر تقسیم - شد. در داخل بلوک‌ها، بین کرت‌های اصلی دو متر و بین کرت‌های فرعی یک متر فاصله در نظر گرفته شد. قبل از کوددهی، از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری، ۱۰ نمونه خاک مرکب از هر تکرار تهیه و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک بر اساس روش‌های توصیه شده مؤسسه تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری شد(علی احیایی و بهبهانی زاده، ۱۳۷۲) که خلاصه برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱– خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش(عمق ۰-۳۰ سانتیمتری) سال‌های ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲

سال زراعی	درصد اشباع	مواد خنثی شونده	کربن آلی	هدایت الکتریکی	اسیدیته	نیتروژن معدنی	نیتروژن نیتراتی	نیتروژن آمونیومی	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	بافت خاک
	(%)			($dS.m^{-1}$)	pH	($mg.kg^{-1}$)					
۹۲-۱۳۹۱	۴۱/۷۶	۳۴/۷۵	۰/۷۶	۰/۶۷	۷/۶۳	۰/۰۶	۱۴/۲۶	۵/۱۱	۸/۱۸	۲۰۵	لومی رسی
۹۳-۱۳۹۲	۴۶/۷۱	۳۳/۰۰	۰/۹۶	۰/۴۸	۷/۶۱	۰/۰۹	۱۴/۷	۴/۵۶	۱۱/۷۸	۲۲۴	لومی رسی

بذور گندم با تراکم ۴۵۰ دانه در مترمربع (۱۷۰ کیلوگرم بذر در هکتار) از رقم آذر۲، با قارچ‌کش به نسبت ۲ در هزار آغشته و به کمک دستگاه بذرکار همدانی بهبود یافته مجهز به سیستم جایگذاری کود (۱۳ ردیفه) در عمـق ۵-۷ سانتی‌متری و با فاصله ردیف کاشت ۱۷/۳ سانتی‌متری کشت شد. مقادیر مختلف نیتروژن از منبع کود اوره با درصد خلوص ۴۶ درصد و بر اساس آزمون خاک مقادیر ثابت کود فسفری از منبع کودی سوپرفسفات تریپل و کود پتاسیمی از منبع سولفات پتاسیم به همراه ۲۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات روی، همزمان با کاشت به طور یکنواخت در عمق ۸ سانتیمتری در تمام کرت‌های آزمایش جایگذاری شد. در بهار بقیه کود اوره قبل از شروع بارندگی به صورت سرک در مرحله پنجه‌دهی(۱۶ فروردین ۱۳۹۲ و ۲۲ فروردین ۱۳۹۳) در سطح کرت‌ها به طور یکنواخت توزیع شد. متوسط بارندگی محل اجرا در سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ به ترتیب ۲۵۶/۱ و ۲۹۴ میلی‌متر بود که خلاصه آمار هواشناسی مربوط به ایستگاه کلیماتولوژی ایستگاه تحقیقاتی دیم قاملو طی دو سال در جدول (۲) آمده است.

جدول۲- خلاصه آمار هواشناسی سال‌های زراعی۹۲- ۱۳۹۱ و ۱۳۹۳-۱۳۹۲ ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم قاملو

سال زراعی	ماه	بارندگی میلی‌متر	حداقل دمای مطلق °C	حداکثر دمای مطلق °C	متوسط دما °C	تعداد روز زیر صفر	رطوبت نسبی ٪	تبخیر میلی‌متر	متوسط دمای حداقل	متوسط دمای حداکثر °C
	مهر	۰	۰	۳۰	۱۵/۳	۰	۳۳/۶	۳۴۲	۴/۴	۲۶/۳
	آبان	۸۹	-۲/۴	۲۲	۹/۷	۴	۵۹	۱۲۳	۳/۸	۱۵/۶
	آذر	۳۱/۸	-۸/۸	۱۳	۳/۱	۱۷	۸۰/۳	۰	-۱/۷	۸/۱
	دی	۱۱/۸	-۱۹/۲	۱۱	-۱/۵	۲۷	۸۵/۸	۰	-۸/۷	۶/۷
۹۲-۱۳۹۱	بهمن	۲۱	-۱۱	۱۵/۸	۳/۹	۱۸	۷۶	۰	-۱/۷	۹/۷
	اسفند	۱۶	-۹/۶	۲۲/۸	۶/۴	۱۴	۷۱/۹	۰	۰/۴	۱۲/۷
	فروردین	۳۰/۵	-۸/۲	۲۰/۸	۹/۵	۱۰	۵۴/۲	۰	۱/۳	۱۷/۶
	اردیبهشت	۵۱	-۶/۴	۲۵/۴	۱۱/۳	۷	۵۳/۷	۵۲/۷	۳/۶	۱۹/۴
	خرداد	۵	۱/۸	۳۶/۸	۱۷/۵	۰	۳۳	۳۵۰/۳	۶/۵	۲۸/۶
	مهر	۰	-۴	۲۹/۲	۱۴	۹	-	-	۴/۱	۲۳/۹
	آبان	۷۴/۵	-۶/۸	۲۱/۴	۷/۳	۱۴	-	-	۰/۸	۱۳/۹
	آذر	۷۵/۵	-۵/۴	۸/۸	۱/۷	۱۶	-	-	-۲/۹	۶/۴
	دی	۱۶	-۲۷/۸	۲/۴	-۸/۷	۳۰	-	-	-۱۴/۶	-۲/۷
۹۳-۱۳۹۲	بهمن	۱۷/۷	-۲۶/۸	۱۳/۲	-۲/۸	۲۴	-	-	-۷/۹	۲/۳
	اسفند	۳۱/۵	-۸/۸	۱۷/۸	۵/۵	۱۷	-	-	-۱/۲	۱۲/۱
	فروردین	۳۸	-۸/۸	۲۴	۸/۱	۱۶	-	-	۰/۰۵	۱۶/۳
	اردیبهشت	۳۳/۸	-۰/۴	۲۸/۸	۱۳/۹	۱	-	-	۵/۲	۲۲/۷
	خرداد	۴	۲	۳۴	۱۸/۵	۰	-	-	۸/۴	۲۸/۷

رطوبت وزنی خاک محل آزمایش در حدود ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دایم به ترتیب ۲۸/۴۷ و ۱۱/۶۵ درصد بود. به منظور تعیین میزان آب مورد نیاز برای آبیاری تکمیلی گندم دیم در قطعه آزمایش(آبیاری تکمیلی)، میزان رطوبت در اعماق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متری خاک با روش درصد رطوبت وزنی خاک در مراحل مختلف فنولوژیکی اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از رابطه (۱) عمق آب مورد نیاز بر حسب میلی‌متر محاسبه و آبیاری تکمیلی با استفاده از سیستم آبیاری بارانی در دو مرحله گلدهی(هفته اول خرداد) و پر شدن دانه (هفته سوم خرداد) در مرز نقطه پژمردگی دایم و مصادف با قطع بارندگی و بروز تنش خشکی به طور یکنواخت انجام گرفت.

$$I_n = (\theta_{FC} - \theta_i) \times D_z$$ رابطه (۱)

I_n : عمق خالص آبیاری (میلی‌متر)، D_z : عمق توسعه ریشه (میلی‌متر) ، θ_{FC}: رطوبت حجمی خاک در ظرفیت مزرعه، θ_i: رطوبت حجمی خاک قبل از آبیاری در زمان رسیدگی گندم، نیم متر از دو انتهای هر کرت فرعی حذف و بقیه کرت به صورت دستی و کف‌بر برداشت و عملکرد بیولوژیک تعیین شد.

پس از خرمنکوبی، عملکرد دانه تعیین و عملکرد کلش از تفاضل عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه محاسبه شد. نمونه دانه از کرت‌های آزمایش اول(شرایط رطوبتی دیم) تهیه و غلظت نیتروژن با روش کجلدال اندازه‌گیری و با اعمال ضریب۵/۷، درصد پروتئین دانه تعیین شد.کارایی استفاده از آب (WUE[1]) باران در آزمایش اول(شرایط رطوبتی دیم) برای هر تیمار از رابطه (۲) محاسبه شد (French and Schultz, 1984). در این رابطه، WUE، کارایی استفاده از آب باران ($kg.mm^{-1}.ha^{-1}$)، GY، عملکرد دانه در تیمار ($kg.ha^{-1}$)، RF، میزان باران در سال زراعی(mm). در آزمایش دوم (آبیاری تکمیلی) به دلیل انجام دو مرحله آبیاری در طول فصل رشد گندم، به میزان۴۰ میلی‌متر آب به مقدار بارندگی سالانه(RF) اضافه و محاسبه کارایی استفاده از آب بر این مبنا انجام شد.

رابطه (۲) $$WUE = \frac{GY}{RF}$$

کارایی زراعی نیتروژن(NAE[2]) برای هرکرت از رابطه (۳) محاسبه شد. در این رابطه، NAE، کارایی زراعی نیتروژن($kg.kg^{-1}$)، GY(N)، عملکرد دانه در تیمار کودی($kg.ha^{-1}$)، GY(Check): عملکرد دانه در تیمار شاهد($kg.ha^{-1}$) و NF، کود نیتروژنی مصرفی در هر تیمار کودی($kg.ha^{-1}$). پس از جمع آوری داده‌های آزمایش، تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم افزارهای MSTATC و STATG انجام شد.

رابطه (۳)

نتایج

نتایج آزمایش اول (شرایط رطوبتی دیم)

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های آزمایش اول (شرایط رطوبتی دیم) پس از آزمون یکنواختی اشتباه‌های آزمایشی نشان داد که اثر سال بر عملکرد بیولوژیک و کارایی استفاده از آب باران ($p<۰/۰۵$)، بر شاخص برداشت و پروتئین دانه ($p<۰/۰۱$) معنی‌دار و بر سایر خصوصیات مورد مطالعه معنی‌دار نشد. اثر نحوه مصرف نیتروژن فقط بر شاخص برداشت معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود. اثر سطوح نیتروژن بر عملکردهای بیولوژیک، دانه و کلش، وزن هزاردانه، شاخص برداشت، پروتئین دانه، کارائی زراعی نیتروژن و کارائی استفاده از آب باران معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود. اثر متقابل سال در نحوه مصرف نیتروژن فقط بر شاخص برداشت معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) شد. اثر متقابل سال در سطح نیتروژن فقط بر پروتئین دانه معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود. اثر متقابل نحوه مصرف در سطوح نیتروژن فقط بر عملکرد دانه و کارائی استفاده از آب باران معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بود. اثر متقابل سال در نحوه مصرف در سطوح نیتروژن بر عملکردهای بیولوژیک و کلش و شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد و بر کارائی زراعی نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود و بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، پروتئین دانه و کارائی استفاده از آب باران معنی‌دار نشد(جدول ۳).

نتایج آزمایش دوم (شرایط آبیاری تکمیلی)

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها در آزمایش دوم (شرایط آبیاری تکمیلی) پس از آزمون یکنواختی اشتباه‌های آزمایشی نشان داد که اثر سال بر عملکردهای بیولوژیک، دانه و کلش، شاخص برداشت، وزن هزار دانه و کارائی استفاده از آب

1- Water Use Efficiency
2- Nitrogen Agronomy Efficiency

($p<۰/۰۱$) معنی‌دار بود و بر کارائی زراعی نیتروژن معنی‌دار نشد. اثر نحوه مصرف نیتروژن فقط بر شاخص برداشت معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بود. اثر سطوح نیتروژن بر عملکردهای بیولوژیک، دانه و کلش، وزن هزاردانه، شاخص برداشت، کارائی زراعی نیتروژن و کارائی استفاده از آب معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود. اثر متقابل سال در نحوه مصرف نیتروژن و اثر متقابل سال در سطوح نیتروژن بر هیچکدام از خصوصیات معنی‌دار نبود. اثر متقابل نحوه مصرف در سطوح نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک، کلش و کارایی زراعی نیتروژن معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بود. اثر متقابل سال در نحوه مصرف در سطوح نیتروژن فقط بر کارایی زراعی نیتروژن معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بود(جدول ۳).

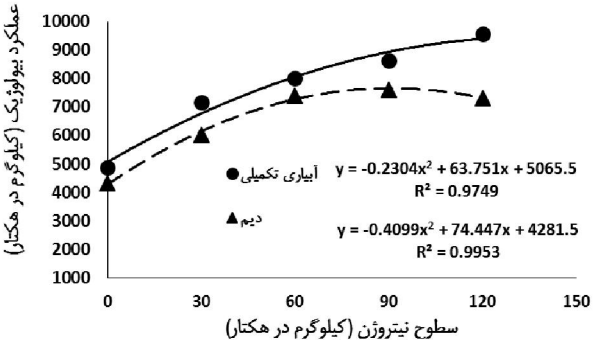
مقایسه میانگین‌های اثر تیمارها بر عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک سال اول در شرایط دیم به میزان ۷۷۹۱ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال دوم به میزان ۲۵۳۱ کیلوگرم افزایش نشان داد که در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود. عملکرد بیولوژیک در شرایط رطوبتی دیم با مصرف ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نسبت به شاهد به طور میانگین به ترتیب به میزان ۳۹، ۷۱، ۷۶ و ۶۹ درصد افزایش نشان دادند که این اختلاف معنی‌دار($p<۰/۰۱$) بود(جدول ۵). رابطه بین نیتروژن مصرفی با عملکرد بیولوژیک در شرایط دیم نشان داد که ۹۹ درصد از تغییرات عملکرد بیولوژیک با مصرف نیتروژن توجیه می‌شود و بر اساس معادله درجه دوم، بیشترین عملکرد بیولوژیک در این شرایط با مصرف ۹۱ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برآورد شد (نمودار۱). عملکرد بیولوژیک در شرایط رطوبتی آبیاری تکمیلی با مصرف ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به طور میانگین نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۴۷، ۶۴، ۷۶ و ۹۶ درصد افزایش نشان دادند که این اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود(جدول ۵). رابطه بین نیتروژن مصرفی با عملکرد بیولوژیک در شرایط آبیاری تکمیلی نشان داد که ۹۷ درصد از تغییرات عملکرد بیولوژیک با مصرف نیتروژن توجیه می‌شود و بر اساس معادله درجه دوم، بیشترین عملکرد بیولوژیک در این شرایط با مصرف ۱۳۸کیلوگرم نیتروژن در هکتار برآورد شد که این عدد در خارج از دامنه نیتروژن مصرفی بود (نمودار۱). میانگین عملکرد بیولوژیک اثر متقابل سال در نحوه مصرف و سطوح نیتروژن نشان داد که عملکرد بیولوژیک سال اول در شرایط دیم به میزان ۷۷۹۱ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال دوم به میزان ۲۵۳۱ کیلوگرم افزایش نشان داد که در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود. دو تیمار N60 و N90 در مصرف کل در پائیز در سال اول به ترتیب با ۶۵ و ۶۴ درصد و در سال دوم با ۱۶۰ و ۱۴۵ درصد، بیشترین افزایش را نسبت به شاهد نشان دادند و به طور مشترک در یک گروه آماری قرار گرفتند (نمودار ۲).

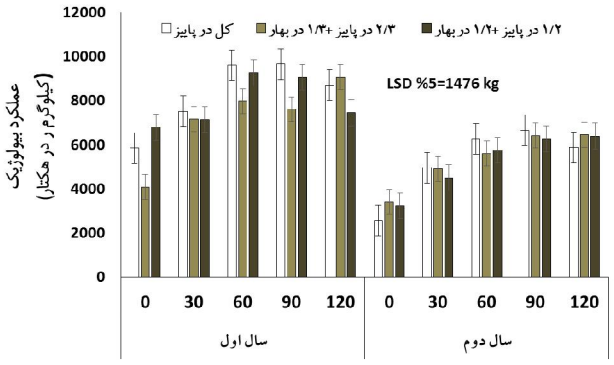
مقایسه میانگین‌های اثر تیمارها بر عملکرد کلش

عملکرد کلش در شرایط رطوبتی دیم با مصرف ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نسبت به شاهد به طور میانگین به ترتیب به میزان ۲۸، ۴۹، ۵۱ و ۵۰ درصد افزایش نشان دادند که این اختلاف معنی‌دار($p<۰/۰۱$) بود(جدول ۵). عملکرد کلش در شرایط رطوبتی آبیاری تکمیلی با مصرف ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن

نسبت به شاهد به طور میانگین به ترتیب به میزان ۲۹، ۳۶، ۴۵ و ۵۹ درصد افزایش نشان دادند که این اختلاف معنی‌دار($p<0/01$) بود(جدول ۵).



نمودار ۱- رابطه بین سطوح نیتروژن و عملکرد بیولوژیک گندم در دو شرایط رطوبتی دیم و آبیاری تکمیلی

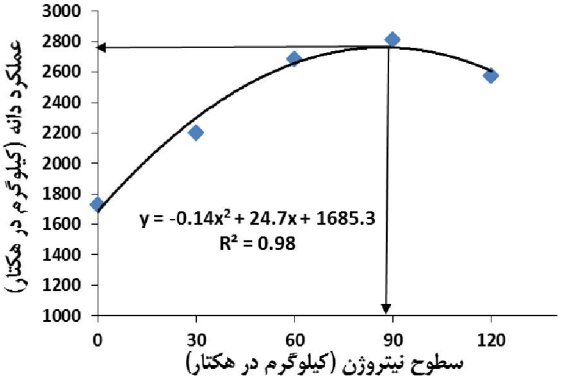


نمودار ۲- اثر متقابل سال در نحوه مصرف در سطوح نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک گندم در شرایط رطوبتی دیم

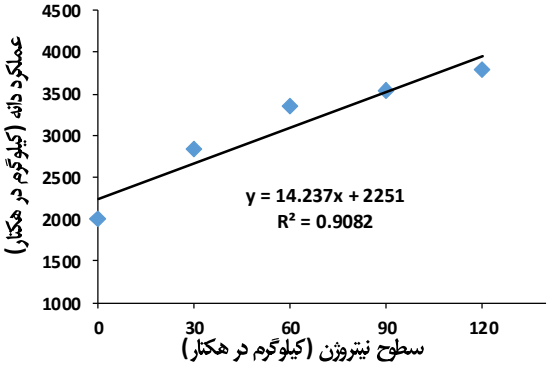
مقایسه میانگین‌های اثر تیمارها بر عملکرد دانه

عملکرد دانه در شرایط رطوبتی دیم با مصرف ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نسبت به شاهد به طور میانگین به ترتیب به میزان ۴۷۸، ۹۶۱، ۱۰۸۶ و ۸۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داشت که این اختلاف معنی‌دار($p<0/05$) بود(جدول ۵). رابطه بین نیتروژن مصرفی با عملکرد دانه در شرایط دیم نشان داد که ۹۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه با مصرف نیتروژن توجیه می‌شود و بر اساس معادله درجه دوم، بیشترین عملکرد دانه در این شرایط با مصرف ۸۷ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برآورد شد (نمودار۳). اثر نحوه مصرف نیتروژن بر عملکرد دانه در شرایط رطوبتی دیم نشان داد که مصرف کل نیتروژن در پائیز نسبت به دو روش تقسیط نیتروژن $\frac{۲}{۳}$ در پائیز + $\frac{۱}{۳}$ در بهار و مصرف $\frac{۱}{۲}$ در پائیز + $\frac{۱}{۲}$ در بهار به ترتیب به میزان ۳۶۷ و ۲۱۷ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد داشت (جدول ۴) اما این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار نبود، با این وجود معنی‌دار بودن اثر متقابل نحوه مصرف در سطوح نیتروژن نشان داد که سطوح N60، N90 و N120 در مصرف کل نیتروژن در پاییز نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۱۳۹۹، ۱۴۹۵ و ۱۱۱۶ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد دانه داشتند و به طور مشترک در یک کلاس آماری قرار گرفتند که این اختلاف معنی‌دار($p<0/05$) بود(نمودار۴). عملکرد دانه در شرایط آبیاری تکمیلی با مصرف ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نسبت به شاهد به طور میانگین به ترتیب به میزان ۸۴۹، ۱۳۵۷، ۱۵۴۰ و ۱۷۹۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داشتند که این اختلاف معنی‌دار($p<0/01$) بود(جدول ۵). در شرایط آبیاری تکمیلی، رابطه بین نیتروژن مصرفی و عملکرد دانه از نوع خطی و افزایشی بود و با افزایش مصرف نیتروژن عملکرد دانه به طور صعودی افزایش یافت(نمودار۵). اثر متقابل سال در سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه در شرایط آبیاری تکمیلی نشان داد که با مصرف ۳۰،

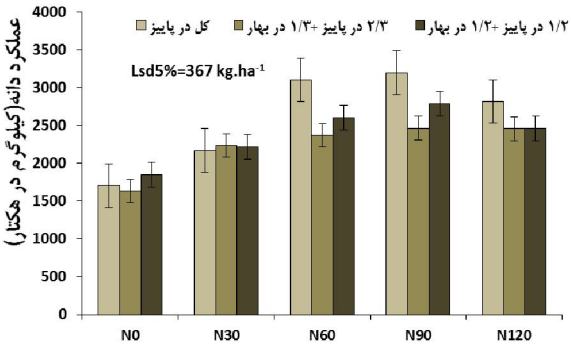
۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، عملکرد دانه نسبت به شاهد در سال اول به ترتیب ۳۹، ۶۴، ۶۶، و۷۲ درصد و در سال دوم به ترتیب ۴۸، ۷۳، ۹۴ و ۱۱۵ درصد افزایش نشان دادند (نمودار ۶).



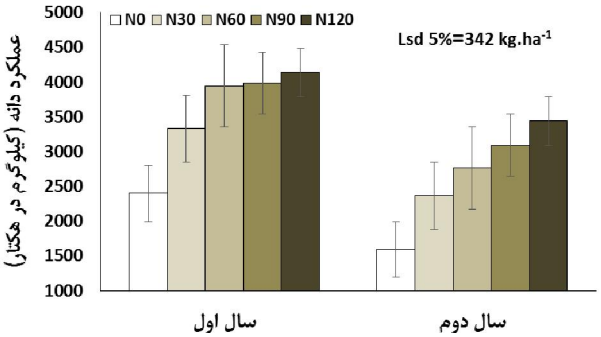
نمودار۳- اثر سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه گندم در شرایط رطوبتی دیم



نمودار ۴- اثر سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه گندم در شرایط رطوبتی آبیاری تکمیلی



نمودار۵- اثر متقابل نحوه مصرف و سطوح نیتروژن بر میانگین عملکرد دانه گندم در شرایط رطوبتی دیم



نمودار۶- اثر متقابل سال و سطوح نیتروژن بر میانگین عملکرد دانه گندم در شرایط رطوبتی آبیاری تکمیلی

مقایسه میانگین‌های اثر تیمارها بر شاخص برداشت

شاخص برداشت سال اول در شرایط رطوبتی دیم با میانگین ۰/۳۵ درصد نسبت به سال دوم به میزان ۰/۰۶ درصد کاهش معنی‌دار نشان داد. شاخص برداشت در شرایط رطوبتی دیم در زمان مصرف کل نیتروژن در پائیز نسبت به دو روش تقسیط نیتروژن $\frac{۲}{۳}$ در پائیز + $\frac{۱}{۳}$ در بهار و مصرف $\frac{۱}{۲}$ در پائیز + $\frac{۱}{۲}$ در بهار به طور میانگین، ۵ درصد افزایش داشت که این اختلاف معنی‌دار($p<۰/۰۵$) بود اما شاخص برداشت در شرایط رطوبتی آبیاری تکمیلی در مصرف کل نیتروژن در پائیز نسبت به دو روش تقسیط نیتروژن $\frac{۲}{۳}$ در پائیز + $\frac{۱}{۳}$ در بهار و $\frac{۱}{۲}$ در پائیز + $\frac{۱}{۲}$ در بهار، به ترتیب به میزان ۸ و ۱۰ درصد کاهش نشان داد که این اختلاف معنی‌دار($p<۰/۰۵$) بود(جدول ۵). با افزایش مصرف نیتروژن در شرایط رطوبتی دیم، شاخص برداشت، کاهش معنی‌دار نشان داد به طوری که با مصرف ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، شاخص برداشت نسبت به شاهد به طور میانگین، ۱۰ درصد کاهش داشت. اما در شرایط

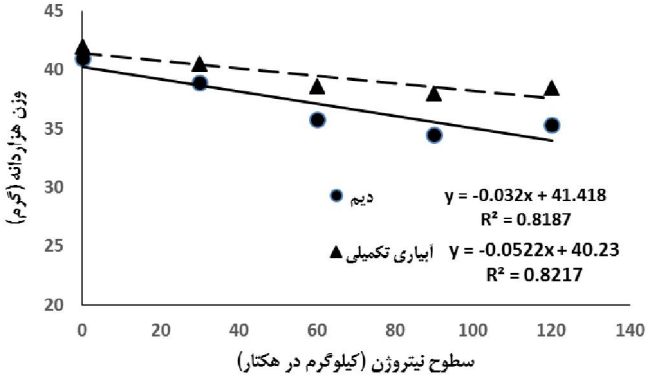
آبیاری تکمیلی، فقط دو تیمار N30 و N120 به طور میانگین به میزان ۵ درصد کاهش نشان دادند. .

مقایسه میانگین‌های اثر تیمارها بر وزن هزاردانه

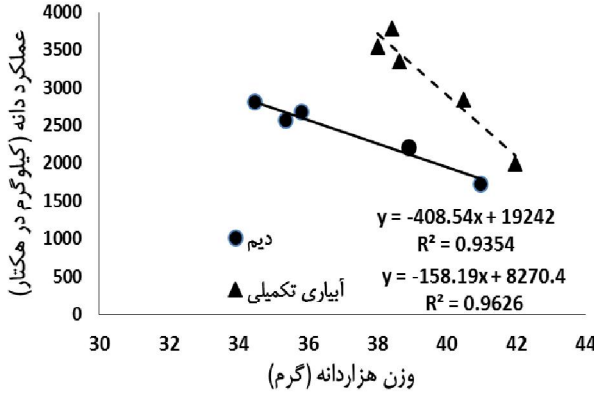
وزن هزاردانه در شرایط رطوبتی دیم با مصرف ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نسبت به شاهد به طور میانگین به ترتیب به میزان ۵، ۱۳، ۱۶ و ۱۴ درصد کاهش داشت که این اختلاف معنی‌دار($p<۰/۰۵$) بود(جدول ۵). وزن هزاردانه در شرایط رطوبتی آبیاری تکمیلی با مصرف ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نسبت به شاهد به طور میانگین به ترتیب به میزان ۴، ۸، ۹ و ۸ درصد کاهش داشت که این اختلاف معنی‌دار($p<۰/۰۵$) بود(جدول ۵). بین سطوح نیتروژن و وزن هزار دانه در هر دو شرایط رطوبتی دیم و آبیاری تکمیلی از نوع خطی و کاهشی بود اما میانگین وزن هزار دانه در سطوح مختلف مصرف نیتروژن در آبیاری تکمیلی از شرایط دیم بیشتر بود (نمودار ۷). رابطه بین وزن هزاردانه و عملکرد دانه در هر دو شرایط رطوبتی دیم و آبیاری تکمیلی از نوع خطی و کاهشی بود اما در آبیاری تکمیلی، شیب کاهش تندتر بود (نمودار ۸).

مقایسه میانگین‌های اثر تیمارها بر پروتئین دانه

پروتئین دانه در شرایط رطوبتی دیم در سال اول با ۱۲/۳۶ درصد نسبت به سال دوم به میزان ۱/۵۴ درصد افزایش معنی‌دار نشان داد. پروتئین دانه در شرایط رطوبتی دیم با مصرف ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نسبت به شاهد به طور میانگین به ترتیب به میزان ۱۱، ۲۵، ۳۳ و ۳۲ درصد افزایش معنی‌دار نشان دادند و تیمارهای N60، N90 و N120 هر سه در یک گروه آماری قرار گرفتند(جدول ۵). رابطه بین پروتئین دانه و سطوح مصرف نیتروژن در شرایط رطوبتی دیم از نوع پلی‌نومیال بود(نمودار ۹). اثر متقابل سال در سطوح نیتروژن بر پروتئین دانه در شرایط رطوبتی دیم نشان دادکه میانگین پروتئین دانه در سال اول با ۱۲/۲۶ درصد نسبت به سال دوم به میزان ۱/۵۲ درصد اختلاف داشت و بیشترین مقدار پروتئین دانه در سال اول مربوط به تیمار N90 با ۱۳/۹۷ درصد و در سال دوم مربوط به تیمار N60 با ۱۱/۰۹ درصد (با حداقل مصرف نیتروژن) بود (نمودار ۱۰).



نمودار ۷- روابط بین سطوح مصرف نیتروژن و وزن هزاردانه گندم در دو شرایط رطوبتی دیم و آبیاری تکمیلی



نمودار ۸- روابط بین عملکرد دانه و وزن هزاردانه گندم در دو شرایط رطوبتی دیم و آبیاری تکمیلی

ح نیتروژن بر عملکردهای بیولوژیک، دانه و کلش، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، کارائی زراعی نیتروژن و کارائی استفاده از آب باران (شرایط دیم و آبیاری تکمیلی)

میانگین مربعات							
زادی	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	عملکرد کلش	شاخص برداشت	وزن هزاردانه	کارائی زراعی نیتروژن	کارائی استفاده از آب باران	پروتئین دانه
	۱۴۲۰۴۶۰۷۲*	۷۵۴۵۲۳۸	۸۴۱۱۳۵۳۳	۰/۰۷۳**	۵/۵۰	۱۵۴/۷	۲۴۹/۸*	۵۳/۴۴**
	۵۱۶۳۰۱۲	۱۱۱۶۵۶۹	۱۴۷۹۹۱۱	۰/۰۰۱	۳/۳۷	۴۴/۸	۱۶/۳	۵/۲۴
	۱۸۹۵۱۰۳	۱۰۲۳۷۷۲	۲۲۷۸۹۷	۰/۰۰۴**	۱۸/۱۱	۱۹۵/۶	۱۵/۵	۰/۴۲
	۲۸۴۹۸۸۸	۱۰۹۳۱۸۷	۶۲۲۰۳۹	۰/۰۰۲*	۸/۴۸	۱۱۱/۲	۱۶/۷	۰/۶۶
	۳۵۲۵۰۳۳	۳۵۵۱۴۶	۱۷۰۶۲۸۳	۰/۰۰۱	۴/۴۷	۵۷/۹	۴/۵	۲/۰۴
	۳۴۵۷۴۷۷۵**	۳۴۹۴۶۷۷**	۱۶۲۶۵۳۷۹**	۰/۰۰۸**	۱۳۴/۱۲**	۸۳۷/۶**	۴۶/۱**	۲۶/۳۲**
	۵۳۷۶۸۸	۱۰۳۹۹۳	۳۲۱۱۰۷	۰/۰۰۱	۹/۱۳	۱۹/۳	۰/۹۸	۸/۲۹**
	۱۴۵۹۳۰۹	۲۴۳۵۰۰*	۹۷۱۷۷۵	۳/۷۴۷	۶/۶۹	۶۶/۶	۳/۴	۱/۴۸
	۱۱۱۳۵۲۸**	۷۷۸۱۳	۸۰۳۸۹۵**	۱/۹۰۶**	۲/۱۰	۴۸/۶*	۱/۲۲	۰/۸۳
۱	۳۶۲۳۳۴	۵۸۱۷۸	۲۴۱۹۹۲	۰/۰۰۱	۶/۲۷	۲۰/۸	۰/۷۸	۱/۸۴
	۹/۲۱	۱۰/۰۴	۱۱/۹۰	۷/۹۳	۶/۷۵	۴۴/۱۶	۱۰/۰۲	۱۱/۸۱
	۱۸۷۴۷۷۴۵۳**	۱۸۵۷۴۹۶۴**	۸۸۰۳۰۸۹۰**	۰/۰۴۰**	۳۴۷**	۱۲۵/۴	۱۶۶/۵**	-
	۳۲۸۳۱۱۹	۵۳۷۴۷۴	۱۴۲۴۴۷۳	۰/۰۰۲	۱۶/۴	۱۸۵/۸	۴/۸	-
	۶۹۹۱۱۶	۱۷۴۱۲۰	۱۳۶۶۱۳۴	۰/۰۱۱ *	۶/۶	۱۳۸/۴	۱/۶	-
	۲۰۷۵۶۱	۲۷۴۸۵	۱۹۸۸۶۲	۰/۰۰۲	۱۶/۸۲	۲۶۴/۷	۰/۲۴	-
	۲۴۹۲۵۱۹	۳۳۶۵۹۰	۱۲۳۴۰۶۸	۰/۰۰۲	۶/۲	۸۶/۸	۳/۰۲	-
	۵۶۹۲۵۰۴۳**	۹۰۳۷۸۴۶**	۲۰۸۷۵۳۲۳**	۰/۰۰۲	۵۰/۵**	۲۰۲۹/۳**	۸۰/۹۴**	-
	۱۵۰۵۵۸۵	۱۵۱۲۰۸	۷۱۳۴۴۷	۰/۰۰۱	۱۵/۳	۴۷/۸۴	۱/۳۶	-
	۱۹۵۱۲۳۶*	۲۲۶۶۹۳	۹۲۳۱۸۶*	۰/۰۰۱	۱/۸	۹۸/۶*	۲/۰۲	-
	۱۴۷۰۹۰۰	۱۳۴۲۲۷	۷۳۵۹۰۹	۰/۰۰۱	۲/۹	۱۰۰/۸*	۱/۱۹۸	-
۱	۸۸۱۹۶۵	۱۳۰۱۶۷	۴۱۲۱۵۵	۰/۰۰۱	۷/۲	۴۱/۷	۱/۱۶۷	-
	۱۲/۳	۱۱/۶	۱۴/۱	۷/۹	۶/۸	۳۸/۹	۱۱/۶۲	-

درصد

عملکرد بیولوژیک، دانه و کلش، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، کارائی زراعی نیتروژن و کارائی استفاده از آب باران در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی

کارائی استفاده از آب باران ($kg.mm^{-1}.ha^{-1}$)	کارائی زراعی نیتروژن ($kg.kg^{-1}$)	وزن هزاردانه (g)	شاخص برداشت (٪)	عملکرد کلش ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک ($kg.ha^{-1}$)
۹/۶ a	۱۳/۱ a	۳۷/۸۱ a	۰/۳۹ a	۴۱۶۳ a	۲۵۹۷ a	۶۷۶۱ a
۸/۲ b	۹/۸ ab	۳۶/۲۷ b	۰/۳۷ b	۴۰۳۵ a	۲۲۳۰ a	۶۲۶۴ a
۸/۸ ab	۸/۱ b	۳۷/۲۱ ab	۰/۳۷ b	۴۲۰۱ a	۲۳۸۰ a	۶۵۸۰ a
۱/۲۷	۴/۵۳	۱/۲۶۰	۰/۰۱۸	۷۷۷	۳۵۴	۱۱۱۸
۹/۰ a	۱۵/۳ a	۳۹/۲۶ a	۰/۳۹ b	۴۷۶۵ a	۳۰۱۷ a	۷۷۸۳ a
۹/۴ a	۱۹/۱ a	۳۹/۱۹ a	۰/۴۲ab	۴۵۱۹ a	۳۱۵۶ a	۷۶۷۵ a
۹/۴ a	۱۵/۴ a	۴۰/۰۴ a	۰/۴۳ a	۴۳۴۰ a	۳۱۴۱ a	۷۴۸۲ a
۱/۰۳	۵/۵۵	۱/۴۹	۰/۰۲۷	۶۶۱	۳۴۵	۹۴۰

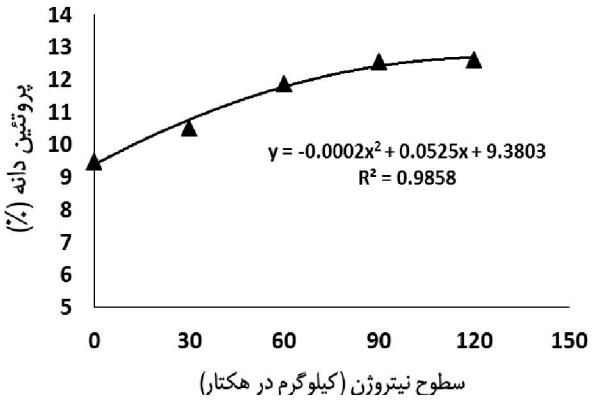
ال پنج درصد است. T_1- مصرف کل نیتروژن در پائیز، T_2- مصرف دو سوم نیتروژن در پائیز و یک سوم دیگر به صورت سرک در بهار،

و نصف دیگر به صورت سرک در بهار

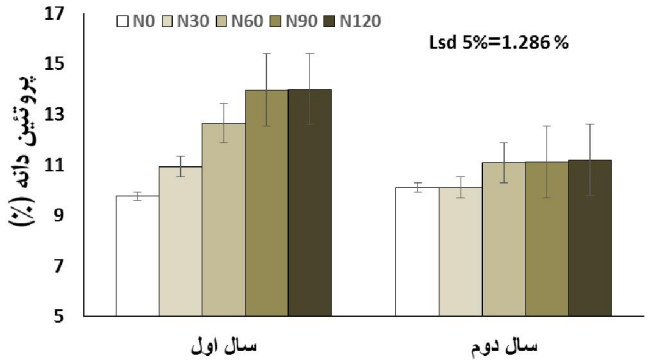
رد بیولوژیک، دانه و کلش، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، کارائی زراعی استفاده از نیتروژن و کارائی استفاده از آب باران در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی

کارائی استفاده از آب باران ($kg.mm^{-1}.ha^{-1}$)	کارائی زراعی نیتروژن ($kg.kg^{-1}$)	وزن هزاردانه (g)	شاخص برداشت (٪)	عملکرد کلش ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک ($kg.ha^{-1}$)
۶/۴ d	۰ d	۴۰/۹۶ a	۰/۴۱ a	۲۵۹۳ c	۱۷۲۷ d	۴۳۱۹ c
۸/۱ c	۱۶/۲ a	۳۸/۹۱ b	۰/۳۷ b	۳۸۲۲ b	۲۲۰۵ c	۶۰۲۷ b
۹/۹ ab	۱۶/۱ a	۳۵/۸۰ c	۰/۳۷ b	۴۷۱۷ a	۲۶۸۸ ab	۷۴۰۵ a
۱۰/۳ a	۱۲/۱ b	۳۴/۴۷ c	۰/۳۷ b	۴۷۹۱ a	۲۸۱۳ a	۷۶۰۴ a
۹/۵ b	۷/۳۱ c	۳۵/۳۵ c	۰/۳۶ b	۴۷۴۲ a	۲۵۷۷ b	۷۳۱۹ a
۰/۵۹	۳/۰۶	۱/۶۸	۰/۰۲۱	۳۲۹	۱۶۲	۴۰۳
۵/۹ d	۰ d	۴۱/۹۷ a	۰/۴۲۲ a	۲۸۸۲ d	۱۹۹۸ d	۴۸۸۰ d
۸/۵ c	۲۸/۲۷ a	۴۰/۴۸ a	۰/۴۰۵ab	۴۳۱۳ c	۲۸۴۷ c	۷۱۵۹ c
۱۰/۰ b	۲۲/۶۰ cb	۳۸/۶۳ b	۰/۴۲۵ a	۴۶۵۵ bc	۳۳۵۵ b	۸۰۰۹ b
۱۰/۶ b	۱۷/۱۱ c	۳۸/۰۰ b	۰/۴۱۷ ab	۵۰۸۰ b	۳۵۳۸ b	۸۶۱۸ b
۱۱/۳ a	۱۴/۹۱ c	۳۸/۴۱ b	۰/۳۹۷ b	۵۷۷۸ a	۳۷۸۸ a	۹۵۶۶ a
۰/۷۲	۴/۳۳	۱/۷۹	۰/۰۲۱	۴۳۰	۲۴۲	۶۲۹

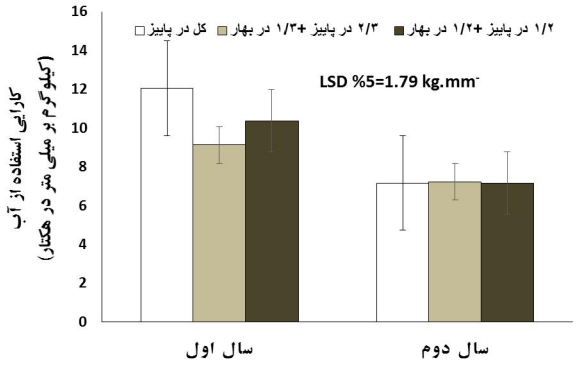
احتمال پنج درصد است.



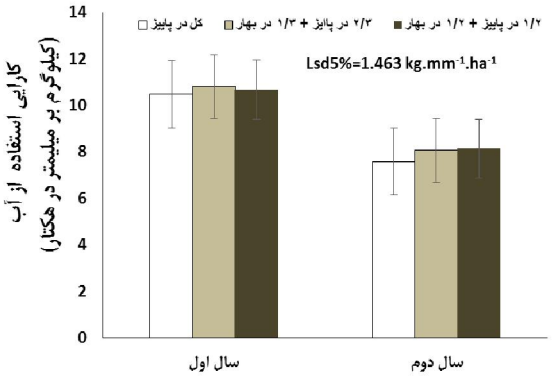
نمودار ۹- رابطه بین سطوح نیتروژن و پروتئین دانه گندم در شرایط رطوبتی دیم



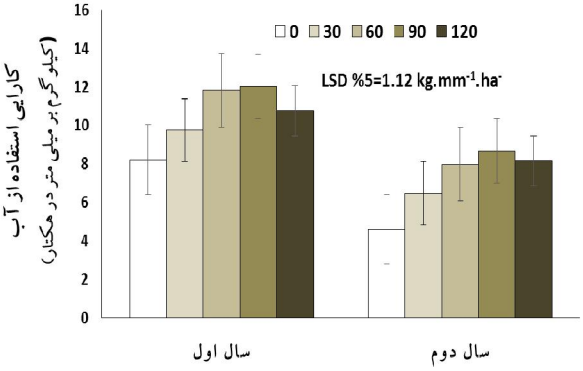
نمودار ۱۰- اثر متقابل سال در سطوح نیتروژن بر میانگین پروتئین دانه گندم در شرایط رطوبتی دیم



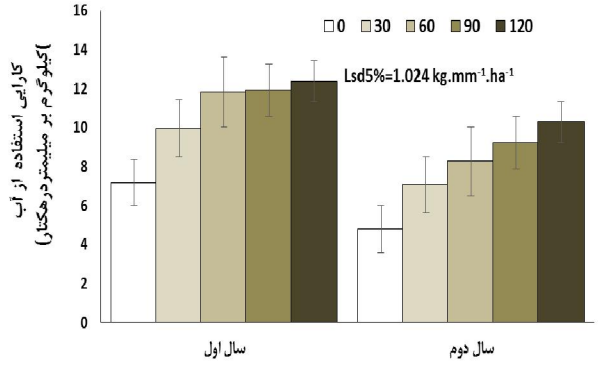
نمودار ۱۱- اثر متقابل سال در نحوه مصرف نیتروژن برمیانگین کارائی استفاده از آب باران در گندم درشرایط رطوبتی دیم



نمودار ۱۲- اثر متقابل سال در نحوه مصرف نیتروژن بر میانگین کارائی استفاده از آب در گندم درشرایط آبیاری تکمیلی



نمودار ۱۳- اثر متقابل سال در سطوح نیتروژن بر میانگین کارائی استفاده از آب باران در گندم درشرایط رطوبتی دیم



نمودار ۱۴- اثر متقابل سال در سطوح نیتروژن بر میانگین کارائی استفاده از آب باران در گندم درشرایط آبیاری تکمیلی

مقایسه میانگین‌های اثر نیتروژن بر کارائی استفاده از آب باران(WUE) در شرایط رطوبتی دیم

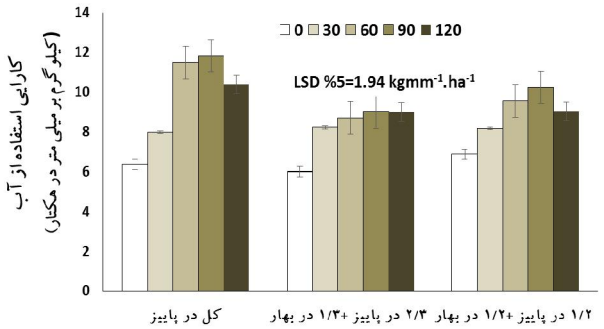
کارایی استفاده از آب باران در سال اول با ۱۰/۵ $kg.mm^{-1}.ha^{-1}$ نسبت به سال دوم ۳/۳ $kg.mm^{-1}.ha^{-1}$ افزایش نشان داد(نمودارهای ۱۱ و ۱۳). میانگین کارائی استفاده از آب باران در مصرف کل نیتروژن در سال اول نسبت به نحوه دیگر مصرف ۳۲ درصد افزایش نشان داد اما میانگین کارائی در هر سه نحوه مصرف نیتروژن در سال دوم باهم تفاوت معنی‌داری نداشتند(نمودار ۱۱). میانگین کارائی استفاده از آب در مصرف کل نیتروژن در پاییز نسبت به دو نحوه تقسیطی $\frac{۲}{۳}$ در پائیز + $\frac{۱}{۳}$ در بهار و $\frac{۱}{۲}$ در پائیز + $\frac{۱}{۲}$ در بهار به ترتیب ۱/۴ و ۰/۸ $kg.mm^{-1}.ha^{-1}$ افزایش معنی‌دار($p<۰/۰۵$) نشان داد (جدول ۴). کارائی استفاده از آب باران با مصرف کل نیتروژن در پاییز در سطوحN60 وN90 در یک گروه آماری و با بالاترین مقدار به ترتیب ۵/۱ و ۵/۵ $kg.mm^{-1}.ha^{-1}$ افزایش معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) نشان دادند(جدول۵). میانگین کارائی استفاده از آب باران در تیمارهای N30، N60، N90 و N120 به ترتیب ۲۶، ۵۴، ۶۲ و ۴۸ درصد افزایش معنی‌دار($p<۰/۰۵$) نشان دادند (جدول ۵). با افزایش مقادیر نیتروژن در هر دو سال تا سطح N90، کارائی استفاده از آب به طور صعودی افزایش و در سطح N120 کاهش پیدا کرد(نمودار۱۷). رابطه رگرسیونی بین کارایی استفاده از آب و مقادیر نیتروژن در شرایط رطوبتی دیم (WUE =7.178 + 0.028N, SE=1.05, R^2=67.82) مشخص نمود که مصرف نیتروژن، ۶۷ درصد از افزایش کارایی استفاده از آب باران را توجیه می‌نماید.

مقایسه میانگین‌های اثر نیتروژن بر کارائی استفاده از آب (WUE) در شرایط آبیاری تکمیلی

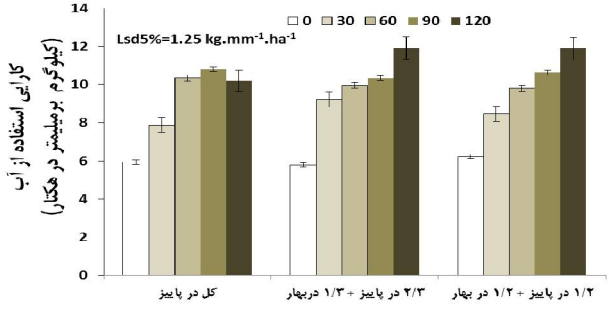
کارایی استفاده از آب در شرایط رطوبتی آبیاری تکمیلی در سال اول با ۱۰/۷ $kg.mm^{-1}.ha^{-1}$ نسبت به سال دوم ۲/۷ $kg.mm^{-1}.ha^{-1}$ افزایش نشان داد (نمودارهای ۱۲ و ۱۴). با افزایش مصرف نیتروژن، کارائی استفاده از آب افزایش یافت و در سطح N120 به حداکثر مقدار خود رسید و نسبت به شاهد ۵/۴ $kg.mm^{-1}.ha^{-1}$ افزایش نشان داد و دو سطح N60 و N90 نسبت به شاهد به ترتیب با ۴/۱ و ۴/۶ $kg.mm^{-1}.ha^{-1}$ افزایش و به طور مشترک در یک گروه آماری قرار گرفتند(جدول ۵). میانگین کارائی استفاده از آب در هر سه نحوه مصرف در هر دو سال با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند (نمودار ۱۲). کارائی استفاده از آب در هر دو سال با مصرف نیتروژن افزایش یافت و در سال اول کارائی استفاده از آب سطوح N60، N90 و N120 مشترکاً در یک گروه آماری قرار گرفته و نسبت به شاهد ۶۸ درصد افزایش نشان دادند و در سال دوم نیز با افزایش مصرف نیتروژن، میزان کارایی افزایش یافت و در سطح N120 با بیشترین مقدار کارایی در میان سایر سطوح، نسبت به شاهد ۱۱۵ درصد افزایش نشان داد (نمودار۱۴ و ۱۸). میانگین کارائی استفاده از آب در تیمارهای N30، N60، N90 و N120 نست به شاهد به ترتیب ۴۴، ۶۹، ۸۰ و ۹۱ درصد افزایش معنی‌دار($p<۰/۰۵$) نشان دادند (جدول ۵).

رابطه رگرسیونی بین کارایی استفاده از آب و مقادیر مختلف مصرف نیتروژن در شرایط رطوبتی آبیاری تکمیلی (WUE =6.68 + 0.043N, SE=0.759, R^2=90.58) مشخص نمود که مصرف نیتروژن، ۹۰

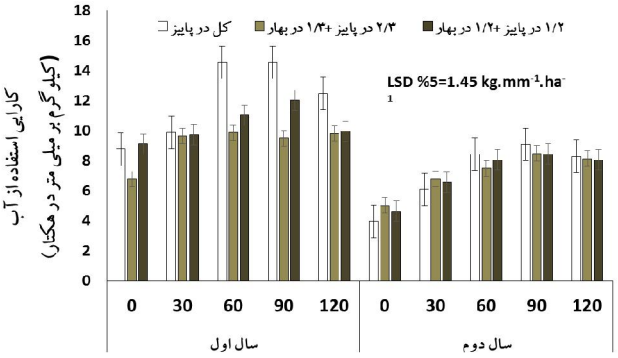
درصد از افزایش کارایی استفاده از آب را توجیه می‌نماید.



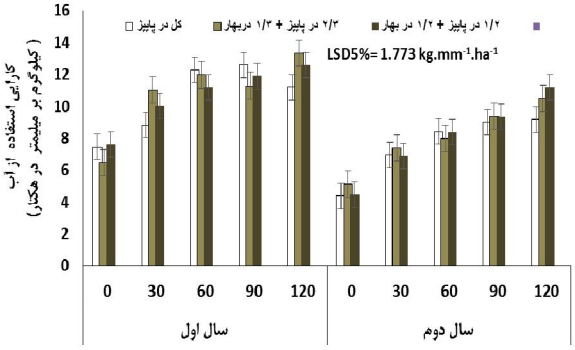
نمودار ۱۵- اثر متقابل نحوه مصرف و سطوح نیتروژن بر میانگین کارائی استفاده از آب باران در گندم درشرایط رطوبتی دیم



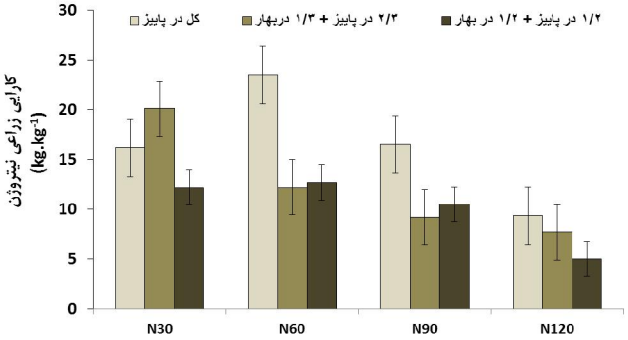
نمودار ۱۶- اثر متقابل نحوه مصرف و سطوح نیتروژن بر میانگین کارائی استفاده از آب باران در گندم درشرایط آبیاری تکمیلی



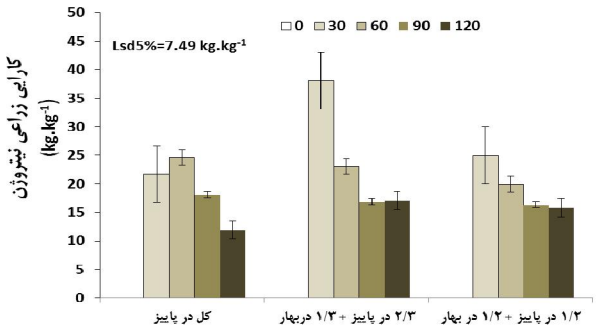
نمودار ۱۷- اثر متقابل سال در نحوه مصرف در سطوح نیتروژن بر میانگین کارائی استفاده از آب باران در گندم درشرایط رطوبتی دیم



نمودار ۱۸- اثر متقابل سال در نحوه مصرف در سطوح نیتروژن بر میانگین کارائی استفاده از آب باران در گندم در آبیاری تکمیلی



نمودار ۱۹- اثر متقابل نحوه مصرف و سطوح نیتروژن بر میانگین کارائی زراعی نیتروژن در گندم درشرایط رطوبتی دیم



نمودار ۲۰- اثر متقابل نحوه مصرف و سطوح نیتروژن بر میانگین کارائی زراعی نیتروژن در گندم درشرایط آبیاری تکمیلی

مقایسه میانگین‌های اثر نیتروژن بر کارائی زراعی نیتروژن(NAE)

کارائی زراعی نیتروژن در شرایط رطوبتی دیم در سطوح ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار به بیشترین میزان در مقایسه با شاهد رسید و با افزایش کود نیتروژنی، این کارائی نیز در سطوح ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت(جدول ۵). میانگین کارائی زراعی نیتروژن در مصرف کل نیتروژن در پاییز در

شرایط رطوبتی دیم نسبت به دو نحوه مصرف تقسیطی $\frac{۲}{۳}$ در پائیز + $\frac{۱}{۳}$ در بهار و $\frac{۱}{۲}$ در پائیز + $\frac{۱}{۲}$ در بهار به ترتیب به میزان ۳/۳ و۵/۰ کیلوگرم برکیلوگرم افزایش داشت که این اختلاف در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود(نمودار ۱۹). میانگین کارائی زراعی در شرایط آبیاری تکمیلی با افزایش مقادیر مصرف نیتروژن کاهش نشان داد (جدول ۵). کارایی زراعی در شرایط آبیاری تکمیلی در تیمار N30 به میزان ۳۸/۰۸، ۲۴/۹۸ و ۲۴/۶۳ به ترتیب مربوط به مصرف تقسیطی $\frac{۲}{۳}$ در پائیز + $\frac{۱}{۳}$ در بهار، $\frac{۱}{۲}$ در پائیز + $\frac{۱}{۲}$ در بهار و مصرف کل در پاییز بود (نمودار ۲۰).

بحث

با افزایش مصرف نیتروژن در هر دو شرایط رطوبتی دیم و آبیاری تکمیلی عملکرد دانه افزایش یافت. در شرایط رطوبتی دیم با مصرف نیتروژن، کمترین و بیشترین عملکرد دانه به میزان ۲۲۰۵ و ۲۸۱۳ کیلوگرم در هکتار به ترتیب با مصرف ۳۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن حاصل شد و نسبت به شاهد به میزان ۴۷۸ و ۱۰۸۶ کیلوگرم در هکتار افزایش نشان داد. این نتیجه با نتایج تحقیقات فیضی اصل و ولیزاده (۱۳۸۲)، فیضی اصل و همکاران (۱۳۹۰)، فیضی اصل (۱۳۸۶)، سدری و محمودی (۱۳۸۷)، سدری و روحی (۱۳۸۸) که گزارش کردند که با مصرف۳۰ تا۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره، عملکرد گندم دیم به طور میانگین ۷۰۰ تا بیش از ۱۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط مختلف اقلیمی و در ارقام مختلف گندم دیم افزایش یافته بود همخوانی دارد. با کاربرد ۲۸، ۵۶، ۸۴ و ۱۱۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد بیولوژیک و دانه گندم دیم با مصرف نیتروژن تا ۸۴ کیلوگرم در هکتار افزایش نشان داد Halvorson). (*et al.,* 2004با بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار بر عملکرد و اجزای عملکرد چند رقم گندم دوروم مشخص نمود که افزایش نیتروژن تا سطح ۹۰ کیلوگرم در هکتار، اثر معنی‌داری بر عملکردهای بیولوژیک و دانه گندم دیم داشت (Ryan *et al*., 1997). این نتیجه نیز با نتایج نیلسون و هالوارسون (۱۹۹۱)، جونز و همکاران (۱۹۹۳)، رینولدز و همکاران (۲۰۰۰)، انجوم و همکاران (۲۰۱۱)، جیپسن (۲۰۱۰)، لوپز و آرائوس (۲۰۰۶) و آینه و همکاران (۲۰۰۲)که معتقد بودند مصرف بهینه کودهای نیتروژنی در تعادل با محیط و رطوبت کافی می‌تواند ضمن کاهش شدت تنش خشکی در گیاه، منجر به تولید بهینه شود، همخوانی دارد. افزایش معنی‌دار سطوح N60، N90 و N120 در مصرف کل نیتروژن در پاییز نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۱۳۹۹، ۱۴۹۵ و ۱۱۱۶ کیلوگرم در هکتار افزایش حاکی از برتری عملکرد دانه در زمان مصرف کل نیتروژن در پاییز نسبت به دو روش تقسیط بود. با توجه به میزان بارندگی کمتر از ۳۰۰ میلیمتر طی دو سال زراعی (۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲) و کاهش تلفات احتمالی ناشی از شستشو نیتروژن در فصل پاییز و زمستان، این نتیجه در شرایط اقلیمی فعلی حاکم بر منطقه، دور از انتظار نیست. برخی از محققین معتقدندکه مصرف پائیزه کود نیتروژنه در گندم، امکان هدرفت نیتروژن از طریق آبشویی را افزایش داده و یک خطر جدی برای آلودگی محیط زیست محسوب می‌گردد(Mason, 1972). اما نتیجه تحقیق حاضر در شرایط رطوبتی دیم با نتایج

تحقیقات فیضی اصل و همکاران (۱۳۸۶) که برای مناطق دیم مراغه، قاملو و زنجان برای دستیابی به حداکثر عملکرد دانه، نیاز نیتروژنی گندم دیم آذر۲ را به ترتیب ۶۵، ۷۵ و ۵۵ کیلوگرم در هکتار اعلام و تاکید نمودندکه این مقادیر تماماً در پائیز، همزمان با کاشت و بدون اختلاط با بذر مصرف شود همخوانی دارد. فیضی اصل و ولیزاده (۱۳۸۲) نیز گزارش نمودند که نه تنها عملکرد دانه گندم دیم در مصرف پائیزه کود نیتروژنی به میزان ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هر ۵ سال اجرای آزمایش بیش از تیمار تقسیطی (N30 در پائیز + N30 در مرحله پنجه‌دهی) بود بلکه اختلاف عملکرد با افزایش کل نزولات سال زراعی و فصول مختلف رشد به صورت تصاعدی افزایش یافت. عبدالمنعم و ریان (۱۹۹۷) معتقدند که تلفات نیتروژن از طریق آبشویی در شرایط دیم، مشکلی محسوب نمی‌گردد در صورتیکه در شرایط آبی تلفات نیتروژن از این طریق اصلی‌ترین مشکل کاهش و از دسترس خارج شدن نیتروژن است. نتایج پژوهش‌های انجام گرفته توسط گارابت (۱۹۹۵) در شمال کشور سوریه با استفاده از تکنیک ردیابی ایزوتوپی نشان داد که کارایی استفاده از نیتروژن برای گندم بین ۲۱ تا ۶۱ درصد تغییر می‌کند و اعلام نمود که بیش از ۵۰ درصد نیتروژن مصرفی برای گندم در لایه سطحی خاک (۲۰-۰ سانتی‌متری) باقی مانده بود. جالب اینکه در این پژوهش هیچ نیتروژن نشاندار (^{15}N) در عمق پایین‌تر از ۴۰ سانتی‌متری مشاهده نگردید. به اعتقاد تاناکا و همکاران (۱۹۹۰) روش و زمان مصرف کودهای نیتروژنی، کارایی استفاده از آنها را توسط گندم دیم تحت تأثیر قرار می‌دهد. آنها دریافتند که احتمالاً کاربرد اوره به صورت سرک در مزرعه‌ای با پوشش متراکم گندم در مقایسه با زمین عاری از پوشش، تصعید آمونیاک را از این کود افزایش می‌دهد، لذا این پژوهشگران مصرف کل کودهای نیتروژنی را در پائیز و به صورت جایگذاری بهترین روش برای کاهش تلفات نیتروژن و آلودگی محیط زیست تشخیص دادند. زمان مصرف کودهای نیتروژنی به ویژه کاربرد پاییزه این کودها در مقایسه با مصرف سرک آنها برای غلات از توصیه‌های جنجال برانگیز در کشور کانادا به شمار می‌رود. با این وجود مصرف تمام کودهای نیتروژنی در پاییز در غرب کانادا در اکثر سال‌ها رایج است (Nuttall *et al*., 1989). فولر و بریدون (۱۹۸۹الف) از جمله پژوهشگرانی هستند که کاربرد پائیزه کودهای نیتروژنی را برای غلات دیم در کشور کانادا توصیه می‌نمایند. آنان در پژوهش‌های خود به این نتیجه رسیده‌اند که کاربرد پاییزه اوره قبل از کاشت گندم در کاهش تلفات نیتروژن بسیار مؤثر می‌باشد همچنین آنان گزارش کردند تلفات نیتروژن از طریق تصعید در کاربردهای سرک اوره حدود ۵۰ درصد بیشتر از نیترات آمونیوم است. نتایج پژوهش‌های انجام گرفته توسط کمپل و همکاران (۱۹۸۵) نشان داد که بیشترین عملکرد گندم زمستانه از مصرف پاییزه کل کود نیتروژنی در مقایسه با کاربرد بهاره و یا تقسیطی نیتروژن به‌دست آمد. بر اساس مطالعات انجام گرفته در آمریکا در برخی از ایالات این کشور حدود ۶۸ درصد نیتروژن مورد نیاز گندم دیم قبل از کاشت این محصول مصرف می‌شود. روش مصرف کودهای نیتروژنی از ایالتی به ایالت دیگر متفاوت می‌باشد به طوری که در برخی از ایالت‌ها ۱۰ درصد و در برخی دیگر تا ۹۰ درصد از

نیتروژن مصرفی در قبل از کاشت گندم دیم به صورت پخش سطحی استفاده می شود (Schlegel *et al.*, 2003). اما در برخی از ایالت‌ها به جای کاربردهای زود هنگام نیتروژن، اغلب کشاورزان تمایل به کاربرد سرک این کودها دارند، به طوری که در برخی از ایالت‌های آمریکا تا ۹۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گندم دیم نیز به صورت سرک استفاده می‌شود (Vaughan *et al.*, 1990). نکته حایز اهمیت در مصرف سرک نیتروژن در بهار برای گندم دیم در این است که حل شدن کود نیتروژنی و جذب آن در گیاه، به باران موثر و قرار گرفتن نیتروژن در ناحیه ریشه وابستگی تام دارد. سلطانپور و همکاران (۱۹۸۸) معتقدند که کل نیتروژن مورد نیاز گندم دیم را می‌توان قبل و یا در زمان کاشت این محصول مصرف نمود. با مصرف نیتروژن در آزمایش شرایط رطوبتی دیم، پروتئین دانه افزایش یافت و با مصرف ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به طور میانگین به ترتیب به میزان ۰/۵۸، ۱/۹۳، ۲/۶۱ و ۲/۶۶ درصد پروتئین دانه نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار نشان دادند و سطوح N60، N90 و N120 در یک گروه آماری قرار گرفتند. پروتئین دانه با مصرف کل نیتروژن در پاییز و دو روش تقسیط نیتروژن تفاوت معنی‌دار نداشتند. اما پروتئین دانه در سال اول نسبت به سال دوم به میزان ۱/۵۴ درصد افزایش داشت که این تفاوت، علیرغم کمتر بودن میزان بارش باران، احتمالاً با خنکی هوا در بهار سال اول مرتبط بوده باشد. نتایج تحقیقات سدری و محمودی (۱۳۸۷) نشان داد که عملکرد و میزان پروتئین دانه با کاربرد تمامی کود اوره در پاییز و به هنگام کاشت، نسبت به تقسیط دو مرحله‌ای کود اوره در پاییز و بهار هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری نداشت و انجام آن را برای کاهش ریسک عدم جذب کود در بهار به دلیل عدم ریزش احتمالی باران و کاهش هزینه‌های کوددهی ارجح‌تر دانستند. نتیجه تحقیق حاضر، نتایج قبلی محقق را تایید می‌کند. فولر و همکاران (۱۹۸۹) معتقد بودند تنها ۳۰ درصد از آزمایشات انجام گرفته در ساسکاچوان، زمان مصرف کودهای نیتروژنی، عملکرد دانه و درصد پروتئین گندم را تحت تأثیر قرار داده و علت این امر را به شرایط اقلیمی نسبت دادند. در شرایط رطوبتی دیم، کارایی استفاده از آب باران، تابع شرایط اقلیم(بارندگی و دما) بود به طوری که علی‌رغم کاهش بارش ۱۵ درصدی در سال اول نسبت به سال دوم، اما به دلیل پرکنش مناسب‌تر بارش‌ها و خنک-تربودن هوا در این سال، کارایی استفاده از آب باران به میزان ۴۶ درصد افزایش نشان داد. در شرایط آزمایش شرایط رطوبتی دیم با افزایش مصرف نیتروژن از سطح N30 تا N90 کارایی استفاده از آب باران افزایش نشان داد. با مصرف کل نیتروژن در پاییز در تیمارهایN60 و N90 بیشترین کارایی استفاده از آب باران حاصل شد که نسبت به شاهد به میزان ۳۷ درصد افزایش داشت. این نتیجه با نتایج تحقیق براون (۱۹۷۱) و نیلسون و هالورسون (۱۹۹۱) که گزارش نمودند، با مصرف کود نیتروژنی، کارآیی استفاده از آب به میزان۴۱ درصد افزایش داشت و اثر تنش خشکی در گندم دیم کاهش داد همخوانی دارد. این پژوهشگران گزارش نمودند که کودهای نیتروژنی، اغلب از طریق افزایش عمق توسعه ریشه گندم، کارآیی استفاده از نیتروژن مصرفی را افزایش می‌دهند. براون (۱۹۸۷) معتقد بود

کوددهی نه تنها رشد اندام‌های هوایی، بلکه رشد ریشه را در گیاهان افزایش می‌دهد. بر این اساس در تحقیق حاضر، چنین استنباط می‌شود که افزایش کارایی استفاده از آب باران در گندم دیم، به دلیل تاثیر مثبت مصرف نیتروژن بر افزایش توسعه ریشه در خاک بوده باشد. در شرایط رطوبتی دیم با افزایش مصرف نیتروژن، کارائی زراعی نیتروژن در سطوح ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار به بیشترین مقدار در مقایسه با شاهد رسید و با افزایش مصرف نیتروژن در سطوح ۹۰ و۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، کارائی کاهش یافت. با مصرف کل نیتروژن در پاییز در شرایط رطوبتی دیم در مقایسه با دو نحوه مصرف تقسیطی، کارائی زراعی نیتروژن به میزان ۴۶ درصد افزایش نشان داد. در شرایط رطوبتی آبیاری تکمیلی با مصرف نیتروژن، کمترین و بیشترین عملکرد دانه به میزان ۴۳۱۳ و ۵۷۷۸ کیلوگرم در هکتار به ترتیب با مصرف ۳۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن حاصل شد و نسبت به شاهد به میزان ۱۴۳۱ و ۲۸۹۶ کیلوگرم در هکتار افزایش نشان داد. با انجام آبیاری تکمیلی دو مرحله‌ای در بهار و مقارن با مراحل حساس (خوشه دهی و دو هفته پس از خوشه‌دهی گندم) ضمن افزایش جذب نیتروژن و ارتقا کارایی استفاده از نیتروژن، پاسخ عملکرد گندم به نیتروژن را نسبت به شرایط رطوبتی دیم افزایش داد. کارائی استفاده از آب در شرایط آبیاری تکمیلی تحت تاثیر زمان مصرف نبود. میزان کارایی با افزایش مقدار مصرف نیتروژن افزایش یافت و در سطح ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به حداکثر مقدار (۱۱/۳ $kg.mm^{-1}.ha^{-1}$) در بین سطوح مصرف شده رسید. تحقیق انجام گرفته در کشور سوریه با مصرف سطوح ۵۰ ، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و انجام آبیاری تکمیلی به میزان یک سوم تا دو سوم آبیاری تکمیلی نسبت به آبیاری کامل مشخص نمود که با مصرف ۱۰۰-۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، عملکرد دانه به میزان ۱۰۰ درصد و ارتقاء کارایی استفاده از آب به میزان ۲۰-۳۰ کیلوگرم بر میلی‌متر در هکتار افزایش یافت (Theib *et al.*, 1998). این نتیجه با نتیجه تحقیق حاضر همخوانی دارد.

نتیجه گیری کلی

در شرایط رطوبتی دیم، مصرف کل در پاییز و تقسیط ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکردها را افزایش می‌دهد. این سطح مصرف، با بیشترین کارائی زراعی، بهینه‌ترین میزان پروتئین دانه و بیشترین کارائی استفاده از آب باران، به عنوان بهترین سطح مصرف نیتروژن برای گندم دیم رقم آذر۲ شناخته شد. در صورت دسترسی به منابع آب محدود، انجام آبیاری تکمیلی در مراحل حساس از رشد گندم دیم (خوشه دهی و دو هفته پس از خوشه دهی) با افزایش نیاز نیتروژنی گندم دیم تا سطح ۹۰ کیلوگرم در هکتار، با هر دو روش مصرف کل در پاییز و تقسیط در پاییز و بهار، عملکردها را افزایش می‌دهد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از زحمات همکاران بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کردستان به پاس همکاری صمیمانه در انجام آزمایشات مزرعه‌ای و تجزیه‌های خاک و گیاه این پژوهش سپاسگزاری می‌شود.

منابع

اسکندری ایرج.۱۳۸۱. مقایسه روش‌های مختلف خاک ورزی بر روی عملکرد گندم دیم پس از برداشت نخود. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد ۳، شماره ۱۱. ص ۷۲-۵۷.

سدری محمدحسین، روحی ابراهیم. ۱۳۸۸. اثرکودهای ازته و پتاسیمی بر تحمل به تنش خشکی و خواص کمی و کیفی گندم دیم.گزارش نهایی. انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، نشریه شماره ۸۸/۱۵/۱۵-۸۸/۱۵۳۸.

طلیعی علی اشرف ، حق پرست رضا . ۱۳۷۸. تاثیر سطوح مختلف ازت بر عملکرد و جذب سایر عناصر (N,P,K) در ارقام امیدبخش گندم دیم. مجله نهال و بذر. جلد ۲، شماره ۱۵. ص

علی احیائی مریم، بهبهانی زاده علی اکبر. .۳۷۲، شرح روش‌های تجزیه خاک (جلد اول). مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره ۸۹۳ ص ۱۲۹.

فیضی اصل ولی، ولیزاده غلامرضا.۱۳۸۲. تأثیر زمان و مصرف ازت در عملکرد گندم دیم. مجله خاک و آب. جلد ۱۷، شماره ۱. ص ۳۸-۲۹.

فیضی اصل ولی. ۱۳۸۶. بررسی اثر مقادیر و اشکال مختلف نیتروژن خاک در خصوصیات کمی و کیفی گندم دیم. موسسه تحقیقات کشاورزی دیم. شماره ثبت: ۸۶/۳۱۷. ص ۱۴۶.

فیضی‌اصل ولی. ۱۳۹۰. مطالعه اثرات کاربرد مقادیر و زمان مختلف مصرف نیتروژن در نیاز نیتروژنی، کارایی استفاده از نیتروژن و کمیت و کیفیت عملکرد دانه ارقام مختلف گندم دیم. مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم. نشریه شماره ۳۹۶۹۴. ص ۱۷۹ .

ملکوتی محمد جعفر، نفیسی مهدی. ۱۳۷۳. مصرف کود در اراضی زراعی فاریاب و دیم، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ۳۴۲.

ولیزاده غلامرضا، سیاوشی کاظم، سدری محمدحسین، حیدر پور نصرت. ۱۳۸۹. طرح ملی بررسی اثرات روش های مختلف مصرف کود اوره در زمان کاشت، سرک و محلول پاشی در عملکرد و کیفیت دانه ارقام گندم دیم. گزارش نهایی موسسه تحقیقات کشاورزی دیک. شماره ثبت ۸۹/۱۲۸۴

Abdel Monem M, Ryan J. 1997. Nitrogen fertilizer use efficiency in WANA as determined by technique. p. 57-63. In: J. Ryan (ed.). Accomplishments and future challenges in dryland soil fertility research in the Mediterranean area. ICARDA, Aleppo, Syria.

Antep S. 1997. Evaluation of some chemical of soil nitrogen available based on ^{15}nitrogen technique. Common Soil Sci. Plant Anal. 28: 537- 550.

Brown PL.1971. Water use and soil water depletion by dryland winter wheat as affected by nitrogen fertilization. Agronomy Journal. 63:43-46.

Campbell VL, Nicholaichuk W, Parker GE, Beaton JD, 1985, Effect of zero-till, snow trapping

and fertilization on spring and winter wheat. Proc. Soils and Crops Workshop. Pp: 247-253.

Elbashier EME, Tahir ISA, Saad AI, Ibrahim MAS.2012. Wheat genotypic variability in utilizing nitrogen fertilizer for a cooler canopy under a heat-stressed irrigated environment. African Journal of Agricultural Research. 7(3):385-392.

Fageria, NK, Baligar VC, Jones CA.2011. Growth and mineral nutrition of field crops. Marcel Dekker, Inc. Pages 550.

Fatima M, Bedhiaf M, Rhomari Y.1992. Fertilization of cereals: Soil-nitrogen test calibration in Morocco,s Gharb Area. p. 212-224. In: J. Ryan, and A. Matar (ed.). Fertilizer use efficiency under rain-fed agriculture in West Asia and North Africa. ICARDA, Aleppo, Syria.

Feiziasl V, Valizadeh GR.2003. The effects of nitrogen rate and application times on wheat yield under dryland farming conditions. Iran. J. Soil Water Sci. 17:29-38.

Fowler DB, Brydon J.1989a. No-till winter wheat production on the Canadian prairies: Placement of urea and ammonium nitrate fertilizers. Agronomy Journal. 81: 518-524.

Fowler DB, Brydon J.1989b. No-till winter wheat production on the Canadian prairies timing of nitrogen fertilization. Agronomy Journal. 81: 817-825.

French RJ, Schultz JE.1984. Water use efficiency of wheat in a Mediterranean- type environment. I. The relation between yield, water use and climate. Aust. J. Agric. Res. 35: 743-764.

Garabet S.1995. Fertilizer-use efficiency and nitrogen dynamics in rainfed and irrigated wheat under a Mediterranean type climate. PhD. Thesis. Soil Sci. Dept., Univ. Reading, Reading, Uk.

Halvorson AD, Nielsen DC, Reule CA.2004.Nitrogen fertilization and rotation effects on no-till dryland wheat production. Agron J. 96: 1196-1201.

Jepsen DR.2010. Nitrogen management and variety selection for dryland production of hard red winter wheat in Northeastern Oregon. A MS thesis, Oregon State University. Pages 97.

Jones M, Mathys G, Rijks D.1993. The Agrometeorology of rainfed barley-based farming systems. International Symposium, Tunis, 6-10 March, 1989. 272-288.

Johnston AM, Fowler DB.1992. Response of no-till winter wheat to nitrogen fertilization and drought stress. Canadian Journal of Plant Science. 72: 1075-1089.

Laegreid M, Bockman OC, Kaarstad EO.1999.Agriculture, fertilizers and the environment. Norsk Hydro, ASA, Porsgrunn, Norway. Pages 294.

Lopez-Bellido L, Lopez-bellido RJ, Lopez-Bellido FJ.2006. Fertilizer nitrogen efficiency in Durum wheat under rainfed medeterranean conditions: effect of split application. Agronomy Journal. 98: 55-62.

Mason MG.1975. Nitrogen fertilizers for cereal production. Journal of Agriculture, Western Australia. 16: 3-10.

Nielsen DC, Halvorson AD. 1991. Nitrogen fertility influence on wheat stress and yield of winter wheat. Agronomy Journal. 83:1065-1070.

Nielsen ET, Orcutt DM. 1996.The Physiology of Plants under Stress: Abiotic Factors. New York, John Wiley and Sons. Pages 689.

Nuttall WF, Dawleg WK, Malbi SS, Bowren KE.1989. The effect of spring and fall application of N on yied and quality of barley (Hordeum Vulgare L.) and rapeseed (Brassica compestris L.). Canadian Journal of Soil Science 199-211.

Olson RV, Swallow CW.1984.Fate of labeled nitrogen fertilizer applied to winter wheat for five

years. Soil Science Society of America Journal. 48: 583-586.

Prihar SS, Sandhu KS, Singh M, Verma HN, Singh R. 1989.Response of dryland wheat to small supplemental irrigation and fertilize nitrogen in Submontane Punjab. Fertilizer Research. 21: 23-28.

Ryan J, Pala M, Masri S, Singh M, Harris H.2008. Rainfed wheat-based rotations under Mediterranean conditions: Crop sequences, nitrogen fertilization, and stubble grazing in relation to grain and straw quality. European Journal of Agronomy. 28: 112–118.

Ryan J, Nsarellah N, Mergoum M.1997. N fertilization of durum wheat in the rainfed area of Morocco: biomass, yield. Cereal Res Communications. 25: 85-90.

Salazar Sosa E, Lindemann WC, Cardenas ME, Christensen NB. 1998. Nitrogen mineralization and distribution through the root zone in two tillage systems under field conditions. Terra. 16(2): 163-172.

Saradon SJ, Gianibelli MC.1992.Effect of foliar spraying of urea during or after anthesis on dry matter and nitrogen accumulation in the grain of two wheat cultivars of T. aestivum L. Fertilizer Research. 31: 79-84.

Schlegel AJ, Dhuyvetter KC, Havlin JL.2003. Placement of UAN for winter wheat in the central High Plains. American Society of Agronomy. 95: 1532-1541.

Seligman NG, Loomis RS, Burke J, Abshahi AE. 1983. Nitrogen nutrition and canopy temperature in field-grown spring wheat. The Journal of Agricultural Science (Cambridge). l0l: 691-697.

Soltanpour PN, Matar A, Harmsen K. 1988. Program of work for the regional network of soil test calibration study sites in limited rainfall areas. p. 111-116. In: A Mara, PN Soltanpour, Amy Chouiard (eds.). Soil test calibration in West Asia and North Africa. Proc. of the Second Regional Workshop Ankara, Turkey, 1-6 Sept. 1987. ICARDA, Aleppo, Syria.

Tanaka DL, Jacobsen JS, Bauder JW.1990. Nutrient content and water use efficiency of spring wheat as affected by fertilizer and placement. p. 152-158. Proc. Great Plains Soil Fertility Conference 6-7 March, Denver, Colorado.

Theib O, Pala M, John R.1998. Stabilizing rainfed wheat yields with supplemental irrigation and nitrogen in Mediterranrean climate. Agron J. 672-680.

Triboï E, Triboï-Blondel AM.2002. Productivity and grain or seed composition: a new approach to an old problem invited paper. European Journal Agronomy. 16:163-186.

Van Herwaarden AF, Farquhar GD, Angus JF, Richards RA, Howe GN.1998. Haying-off, the negative grain yield response of dryland wheat to nitrogen fertiliser. I. Biomass, grain yield, and water use. Aust. J. Agric. Res. 49: 1067–1081.

Vaughan B, Westfall DG, Barbarick KA.1990. Nitrogen rate and timing effects on winter wheat grain yield, grain protein, and economics. Journal of Production Agriculture. 3: 324-328.

Wang X, Below FE.1992. Root growth, nitrogen uptake, and tillering of wheat induced by mixed-nitrogen source. Crop Science. 32(4): 997-1002.

Wang J, Liu W, Dang T, Sainju UM.2013. Nitrogen fertilization effect on soil water and wheat yield in the Chinese loess plateau. Agronomy, Soils and Environmental Quality. 105(1): 143-149.

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

Effect of optimal nitrogen application on water use efficiency of rain and rainfed wheat yield under different moisture conditions

M.H. Sedri[*1], A. Golchin[2] , V. Feiziasl[3], A. Sioseh-Mardeh[4]

1-Agriculture and Natural Resources Research Center of Kordestan, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Sanandaj, Iran

2-Department of Soil Science, Agricultural Faculty, University of Zanjan, Zanjan, Iran

3-Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Maragheh, Iran

4-Department of Agronomy and Plant breeding, Agricultural Faculty, University of Kordestan, Sanandaj, Iran

Abstract

In order to study the effects of nitrogen on grain yield of rainfed wheat, nitrogen agronomic efficiency (NAE) and rainfall use efficiency (RUE), two field experiments under different moisture conditions (rainfed and supplemental irrigation) were conducted in Kurdistan province in 2012-2014 growing seasons. The treatments comprised of five nitrogen rates (0, 30, 60, 90 and 120 $kgha^{-1}$) as subplots, and three nitrogen application times as main plots (total in the fall, 2/3 in the fall+1/3 in the spring, and 2/3 in the fall+1/3 in the spring) with three replications as split-plot design in randomized complete block design. Under rainfed moisture conditions, application of 30, 60, 90 and 120 kg $N.ha^{-1}$significantly increased grain yield 478, 961, 1086 and 850 $kg.ha^{-1}$, respectively. By increasing nitrogen application, WUE was increased significantly ($p<0.05$) and then reached to maximum (10.3 $kg.mm^{-1}.ha^{-1}$) in N90.Under supplemental irrigation at the heading and two weeks after heading stages, application of 30, 60, 90 and 120 kg $N.ha^{-1}$ significantly increased grain yield 849, 1357, 1540 and 1790 $kg.ha^{-1}$, respectively. Also, N90 treatment had the highest grain yield, NAE and RUE. Meanwhile,N60 application either total in the fall or splitting had the same effects on grain yield, grain protein content and NAE and RUE.

Key Words: Nitrogen, Supplemental irrigation, Rainfed wheat

** Corresponding author: sedri_mh@yahoo.com* *Received: 2015/11/02 Accepted: 2016/07/04*