

تأثیر هنگام آبیاری تکمیلی و میزان نیتروژن بر عملکرد و ویژگی‌های زراعی گندم (*Triticum aestivum* L.) دیم رقم کوهدشت

نصرت‌الله حیدرپور^{۱*} و سجاد طلائی^۲

۱. مربی پژوهش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران

۲. دانشجوی دکتری بیومتری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۵/۲۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۲۰)

چکیده

این پژوهش باهدف بررسی تأثیر هنگام آبیاری تکمیلی و حد بهینه کاربرد نیتروژن روی عملکرد دانه گندم دیم رقم کوهدشت در ایستگاه تحقیقات دیم گچساران اجرا شد. به همین منظور زمان‌های آبیاری در کرت‌های اصلی (شاهد، کاشت، گلدهی و کاشت + گلدهی به میزان ۵۰ میلی‌متر) و مقادیر مختلف نیتروژن (۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) در کرت‌های فرعی به‌صورت طرح کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی از سال ۸۹ - ۱۳۸۸ به مدت سه سال متوالی، بررسی شدند. نتایج نشان داد رابطه بین نیتروژن مصرفی با عملکرد دانه از معادله رگرسیون درجه دوم پیروی کرده و میانگین نیاز نیتروژنی گندم دیم رقم کوهدشت، حدود ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار برای دستیابی به ۹۵ درصد بیشینه عملکرد دانه، تعیین شد و تغییر این میزان از کاربرد نیتروژن، توانست ۸۶ درصد از تغییرپذیری عملکرد دانه را توجیه کند ($R^2 = 86$). همچنین از میان تیمارهای دارای آبیاری تکمیلی، ۵۰ میلی‌متر آبیاری در مرحله گلدهی گندم نسبت به بدون آبیاری، عملکرد دانه را ۴۳ درصد افزایش داد. درنهایت با توجه به یافته‌های این پژوهش، کاربرد میزان ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در شرایط آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی گندم دیم، برای بهبود و افزایش عملکرد دانه آن، ضروری بوده و توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: حد بهینه، کمبود رطوبت، کود دهی، منطقه گچساران.

Effects of supplemental irrigation time and nitrogen rates on yield and agronomic characteristics of dryland wheat (*Triticum aestivum* L.) Kohdasht variety

Nosratollah Heidarpour^{1*} and Sajad Talaei²

1. Research lecturer of Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yasouj, Iran

2. Ph.D. Student in Biometry, Plant Breeding and Biotechnology Department, Faculty of Agriculture, Sari Agriculture and Natural Resource University, Sari, Iran

(Received: 2015.08.12 - Accepted: 2016.02.09)

ABSTRACT

This study carried out to investigate the effect of supplemental irrigation and nitrogen application times on seed yield and agronomic characteristics of dryland wheat (*Triticum aestivum* L.) Kohdasht variety in Gachsaran dryland agricultural research station. For this purpose, the irrigation times in main plots (Rainfed, Planting, Flowering, Planting + Flowering with rates of 50mm) and different nitrogen rates (0, 30, 60, 90 and 120 kg.h⁻¹) in sub plots were studied based on RCBD split plot design for three consecutive years, during 2009-12 seasons. According to the results, the relationship between the amount of applied nitrogen and seed yield following the quadratic regression equation and average requirement of nitrogen for Kohdasht variety wheat was determined 80 kg.h⁻¹ to achieve 95 percent of maximum seed yield. This value change of nitrogen, could explain 86 percent of variation in grain yield ($R^2=0.86$). Also among supplemental irrigation treatments, the amount of 50 mm irrigation at wheat flowering stage compared to rainfed (non-irrigated), increased grain yield by 43 percent. Finally, according to the findings of this study, it is necessarily recommended to apply 80 kg.h⁻¹ nitrogen in combination with supplemental irrigation at wheat flowering stage, to improve and increase yield.

Keywords: Fertilization, Gachsaran region, moisture deficit, optimal level.

مقدمه

گندم نان (*Triticum aestivum* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی و قابل رشد در مناطق غرب آسیا و شمال آفریقا بوده (Cooper et al., 1987) که در روند تولید محصول آن، خشکی مهم‌ترین عامل محدودکننده است (Abedi & Pakniat, 2010). میزان بارندگی در مناطق یادشده، از سالی به سالی دیگر در دامنه ۵۰-۱۲۰۰ میلی‌متر متغیر است (Kassam, 1981). بدون شک در این مناطق انجام آبیاری تکمیلی به‌رغم وجود محدودیت‌هایی مانند کمبود آب و تجهیزات، نقش مهمی در بهبود عملکرد محصولات دیم ایفا می‌کند (Oweis & Hachum, 2012). بخش زیادی از مناطق یادشده در کشورهای در حال توسعه قرار گرفته که میانگین تولید گندم در آن‌ها از ۸۰۰ تا ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار متغیر است. این میزان تولید معادل ۱۰ الی ۵۰ درصد عملکرد اراضی آبی در این مناطق است.

بر پایه تحقیقات انجام‌شده، اعمال مدیریت‌های آبیاری تکمیلی و کاربرد نیتروژن توانسته است عملکرد غلات دیم را به نحو مطلوبی افزایش دهد. نتایج تحقیقات آبیاری تکمیلی در مراکش، ترکیه، قبرس و پاکستان نشان‌دهنده افزایش عملکردی بیش از ۱/۵ تا ۲ برابر در شرایط آبیاری تکمیلی نسبت به شرایط دیم است (Perrier & Salkiny, 1991; Tavakoli, 2003). همچنین در تحقیقات هشت‌ساله‌ای در تل‌هدیای سوریه با اعمال آبیاری تکمیلی در شرایط دیم، میانگین عملکرد گندم از ۲/۲۵ تن در هکتار به ۵/۹ تن در هکتار افزایش یافت. این روند افزایشی، در شرایط آزمایشی تحقیقی - ترویجی در گندمزارهای کشاورزان، از ۰/۸ تن در هکتار به بیش از ۴/۸ تن در هکتار ادامه داشت (Oweies & Hachum, 2004).

محققان مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی مناطق خشک (ایکاردا)^۱ نیز با بررسی چهار رقم گندم دیم در حالت‌های آبیاری تکمیلی، آبیاری کامل و دیم در شرایط آب‌وهوایی مدیترانه‌ای (منطقه حلب سوریه) گزارش دادند، میزان عملکرد دانه گندم در شرایط آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و پس‌از آن نسبت به

آبیاری کامل و دیم، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Oweis et al., 2000).

نتایج تحقیقات نشان داده است، در شرایط کمبود آب، استفاده از دست‌کم یک دور آبیاری در هنگام مناسب، عملکرد دانه و بهره‌وری از آب مصرفی را به طرز چشمگیری افزایش داده (Tavakkoli & Oweis, 2004) و در مقابل، تنش رطوبتی با کاهش عملکرد دانه، همراه بوده است (Ehlig & Lemert, 1976; Samarah, 2005). برخی محققان برهمکنش‌های مثبت و منفی نیتروژن و آب آبیاری را بررسی کرده (Oweis et al., 1999; Tavakoli, 2003) و گزارش کردند، آبیاری تکمیلی و کاربرد تقسیطی کود نیتروژن در هنگام نیاز گیاه، نقش مؤثری در افزایش کارایی نیتروژن دارند. Campbell et al. (1993) استفاده از ۲۵ تا ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار را در شرایط دیم کشور کانادا و Talliei & Haghparast (2003) میزان ۴۵ کیلوگرم نیتروژن را برای شرایط دیم کرمانشاه، مطلوب دانسته و کاربرد بیشتر از آن را به علت کمبود آب و جذب نشدن آن توسط گیاه مناسب نمی‌دانند.

در تحقیقی Karimi (1992) و Khademi (1998) نیز، بسته به نوع خاک، میزان ۸۰-۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص را به‌صورت کاربرد تقسیطی، ۵۰ درصد هنگام کاشت و ۵۰ درصد هنگام پنجه‌زنی گندم توصیه کردند. در عین حال میزان نیتروژن موجود در خاک و میزان آب قابل جذب در خاک از عامل‌های مهم و تأثیرگذار در پاسخ و یا پاسخ ندادن گیاه به کودهای نیتروژنی در شرایط دیم به‌شمار می‌روند (Sullivan et al., 2007). برخی محققان دیگر، اعمال مدیریت آبیاری تکمیلی و کاربرد بهینه نیتروژن را در جهت کاهش خطر و ایجاد ثبات در عملکرد محصولات دیم مؤثر می‌دانند (Kijne et al., 2003; Tavakoli, 2003; Tavakkoli & Oweis, 2004; Oweis et al., 2001).

مناطق دیمزار ایران نیز به لحاظ واقع‌شدن در ناحیه خشک و نیمه‌خشک، بارش‌های آسمانی محدودی دارند. پراکنش نامنظم باران و دمای بالای هوا موجب شده است تا آب به‌عنوان نخستین عامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی معرفی شود. از سویی به علت کمبود بارش در اغلب سال‌ها، سطوح

1. International Center for Agricultural Research in Dry Areas (ICARDA)

گچساران با عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۱۸ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۹ دقیقه شرقی با ارتفاع ۶۶۸ متری از سطح دریا به عنوان پایگاه اصلی تحقیقات کشاورزی دیم گرمسیری و نیمه گرمسیری کشور در استان کهگیلویه و بویراحمد انجام گرفت. میزان بارندگی بلندمدت این منطقه حدود ۴۳۰ میلی متر، تبخیر سالانه ۲۹۳۴ میلی متر و دمای کمینه و بیشینه به ترتیب ۲- و ۴۷+ درجه سلسیوس است (IRIMO, 2016). خاک محل تحقیق از نوع خاک‌های قهوه‌ای با بافت سنگین (سیلتی کلی لوم) بود که از لحاظ میزان مواد آلی متوسط به بالا، فسفر متوسط و پتاسیم در حد نیاز گندم است (جدول ۱).

چشمگیری از دیم‌زارها، قابل برداشت نبوده یا عملکرد غیراقتصادی دارند. باین حال به نظر می‌رسد با برنامه‌ریزی و استفاده مطلوب از امکانات، بتوان از کاهش تولید در سال‌های کم‌باران جلوگیری کرد. از این رو با در نظر داشتن نقش آبیاری تکمیلی در ثبات و بهبود عملکرد گندم دیم، هدف از اجرای این پژوهش بررسی تأثیر همزمان مدیریت آبیاری تکمیلی و نیتروژن بر عملکرد دانه و نیز تعیین هنگام آبیاری تکمیلی و حد بهینه نیتروژن مصرفی بوده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم

جدول ۱. میانگین برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک پیش از اجرای آزمایش در ایستگاه گچساران

Table 1. The mean of physical and chemical soil properties before conducting the experiment in Gachsaran station

Soil tissue	Dept (cm)	K mg/kg	P mg/kg	N (%)	Organic carbon (%)	Calcium carbonate (%)	pH	EC	Saturate (%)
Silty clay loam	0-30	372	11.3	0.1	0.98	41.7	7.3	0.75	41

کاشت به خاک اضافه شد و ۵۰ درصد دوم کود نیتروژنه در هنگام پنجه‌دهی گندم، به صورت سرک مصرف شد. کاشت گندم رقم 'کوه‌دشت' بر پایه تراکم بذر ۳۵۰ دانه در مترمربع در آذرماه هر سال و با فاصله خطوط ۱۷/۵ سانتی‌متر انجام شد. در مرحله داشت، نسبت به آبیاری کرت‌های آزمایش، بر پایه نوع تیمار آبیاری تکمیلی اقدام و برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ به ترتیب از سموم گرانستار و تاپیک به میزان ۲۰ تا ۲۵ گرم و ۷۵۰ تا ۸۰۰ میلی‌لیتر در هکتار در مرحله پنجه‌زنی گندم استفاده شد. میانگین شمار پنجه در هر یک از کرت‌های آزمایشی با شمارش بیست بوته به دست آمد و پس از رسیدن به پایان فصل رشد گندم و خشک شدن اندام‌های هوایی، کل کرت‌ها با استفاده از کمباین ویژه آزمایش‌های برداشت و میزان تولید آن‌ها، توزین شد. سپس عملکرد دانه و وزن هزاردانه هر یک از تیمارها به طور جداگانه تعیین شدند و در نهایت نتایج سه‌ساله اجرای پروژه در نرم‌افزار Mstat-c تجزیه مرکب شده و میانگین‌ها با استفاده از آزمون کمینه تفاوت معنی‌دار (LSD) مقایسه شدند.

این پژوهش شامل بیست ترکیب تیماری و سه تکرار بود که به صورت طرح کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی از سال ۱۳۸۸ به مدت سه سال اجرا شد. تیمارها شامل آبیاری تکمیلی به عنوان تیمار اصلی (a) در چهار سطح بدون آبیاری (شاهد)، ۵۰ میلی‌متر آبیاری در هنگام کاشت، ۵۰ میلی‌متر آبیاری در هنگام گلدهی و آبیاری در هنگام کاشت ۵۰ میلی‌متر + ۵۰ میلی‌متر آبیاری در هنگام گلدهی و نیتروژن خالص به عنوان تیمار فرعی (b) در پنج سطح (۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) بودند. ابعاد کرت‌های اصلی با توجه به سامانه آبیاری بارانی استفاده شده به طول و عرض ۱۰/۵ متر، فاصله بین کرت‌های اصلی و تکرارها حدود ۴ متر، ابعاد کرت‌های فرعی به طول ۱۰/۵ و عرض ۲/۲۵ متر بود. نمونه برداری خاک از محل اجرای پروژه از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک به صورت مرکب تهیه و برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی تجزیه شد (جدول ۱). عملیات تهیه زمین با استفاده از گاوآهن دوار افقی (سیکلوتیلر) انجام و بر پایه نتایج تجزیه آزمون خاک، همه کودهای شیمیایی فسفر، پتاسیم و ۵۰ درصد کود نیتروژن (با توجه به تیمارهای موردنظر) همزمان با

نتایج و بحث

بررسی کلی شرایط اقلیمی

جدول ۲ برخی از عامل‌های اقلیمی مؤثر بر عملکرد گندم دیم در طول سه سال ارزیابی پروژه و مقایسه آن با میانگین طولانی مدت را نشان می‌دهد. بر پایه داده‌های این جدول در هر سه سال، میزان بارندگی نسبت به میانگین بلندمدت (۴۳۰ میلی‌متر) کمتر بود. از نظر تغییرپذیری دمایی نیز سال سوم، در ماه‌های فروردین و اردیبهشت که همزمان با مرحله‌های سنبله‌دهی و پر شدن دانه گندم در منطقه است، نسبت به بلندمدت شرایط مطلوب‌تری داشت. در همین سال، میزان تبخیر نیز کمتر بود.

صفات زراعی

جدول تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تأثیر سال بر عملکرد دانه، شمار پنجه و وزن هزاردانه تیمارها در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بر پایه

جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴)، در بررسی ویژگی‌های شمار پنجه و وزن هزاردانه، سال دوم نسبت به دو سال دیگر به‌ویژه سال اول برتری بسیار بالایی داشت. این در حالی است که میزان عملکرد دانه در سال دوم نسبت به سال‌های اول و سوم، به ترتیب ۱۰/۴ و ۲۶/۵ درصد، کمتر بوده است. همچنین نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس مدیریت آبیاری گویای آن بود که ویژگی‌های زراعی وزن هزاردانه و عملکرد دانه در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شدند، اما شمار پنجه در بوته در هیچ سطح آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳). با توجه به داده‌های جدول ۴، آبیاری تکمیلی در هنگام گلدهی، وزن هزاردانه را نسبت به مدیریت بدون آبیاری یا آبیاری هنگام کاشت افزایش داد. همین روند نیز در بررسی عملکرد دانه وجود داشت. در این عامل انجام آبیاری تکمیلی در هنگام گلدهی و یا در هنگام کاشت نسبت به بدون آبیاری برتر بودند.

جدول ۲. داده‌های هواشناسی ایستگاه گچساران (۹۱-۱۳۸۸)

Table 2. Climatic information of the Gachsaran station (2009-2012)

Year month	Average of Temp.(°C)				Rainfall			
	2009-2010	2010-2011	2011-2012	Long term	2009-2010	2010-2011	2011-2012	Long term
Sep	25.2	27.6	25.3	26	0.0	0.0	0.0	0.9
Oct	21	20.8	18.6	20.1	44.5	0.0	92.1	39.9
Nov	12.9	14.7	12.2	13.6	180.5	12.6	61.1	96.4
Dec	13.2	12	11.9	12.2	37.9	84.1	54.3	91.4
Jan	13	11.2	10.7	11.6	67.7	197.7	120.7	110.4
Feb	17.8	14.9	12	15	5.8	116.1	47.5	52.3
Mar	20.8	19.3	17.9	19.3	21.2	6.4	44.8	24.5
Apr	25.5	27.3	26.2	26	43.4	0.2	0.1	14.3
Total	-	-	-	-	401	417.1	420.6	430

جدول ۳. تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه گندم و برخی از اجزای آن

Table 3. Combined analysis of variance for grain yield of wheat and some characteristics

S.O.V.	DF	MS		
		Tiller	Thousand kernel weight	Grain yield
ENV	2	103.886**	636.03**	18.163**
REP (ENV)	6	1.148**	1.995 ^{ns}	0.902*
Irrigation	3	0.301 ^{ns}	74.267 ^{ns}	3.341**
Year × Irrigation	6	0.164 ^{ns}	88.151**	0.678 ^{ns}
Error (1)	18	0.271	2.652	0.308
Nitrogen	4	6.203**	7.859 ^{ns}	1.341**
Year × Nitrogen	8	3.333**	16.273*	0.264 ^{ns}
Irrigation × Nitrogen	12	0.371 ^{ns}	10.759 ^{ns}	0.256 ^{ns}
Year × Irrigation × Nitrogen	24	0.222 ^{ns}	7.676 ^{ns}	0.145 ^{ns}
Error (2)	96	0.283	6.113	0.182
C.V	-	11.4	7.8	12.3

ns, * and **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, * and **: not significant, significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

جدول ۴. مقایسه میانگین تأثیر سال، آبیاری و کود نیتروژن بر شمار پنجه، عملکرد دانه و وزن هزاردانه

Table 4. Mean comparison of year, irrigation and nitrogen effects on number of tiller, grain yield and thousand kernel weight

		Tiller	Thousand kernel weight	Grain yield
Year	y ₁	3.4c	28.5c	3332b
	y ₂	6a	35a	2984c
	y ₃	4.7b	31.8b	4062a
	LSD	1% = 0.271	1% = 0.86	1% = 290
Irrigation	a ₁	4.8a	30.7c	3050b
	a ₂	4.7a	30.9c	3386ab
	a ₃	4.7a	32.2b	3711a
	a ₄	4.6a	33.4a	3691a
	LSD	5% = 0.23	1% = 0.99	1% = 340
Nitrogen	b ₁	4.3c	32.2a	3158b
	b ₂	4.3c	31.7a	3481a
	b ₃	4.6b	31.3a	3483a
	b ₄	5.1a	32.4a	3697a
	b ₅	5.2a	31.5a	3478a
	LSD	1% = 0.33	5% = 1.16	1% = 260

میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک در هر ستون و گروه، بر اساس آزمون LSD تفاوت معناداری ندارند.

Means followed by the same letter in each column and group are not significantly different based on LSD test.

a₁ = without irrigation (control)

a₂ = 50 mm irrigation in planting time

a₃ = 50 mm irrigation in flowering time

a₄ = 50 mm irrigation in planting time + 50 mm irrigation in flowering time

b₁ = 0 kg/ha pure nitrogen

b₂ = 30 kg/ha pure nitrogen

b₃ = 60 kg/ha pure nitrogen

b₄ = 90 kg/ha pure nitrogen

b₅ = 120 kg/ha pure nitrogen

a₁ = بدون آبیاری (شاهد)

a₂ = ۵۰ میلی‌متر آبیاری در هنگام کاشت

a₃ = ۵۰ میلی‌متر آبیاری در هنگام گلدهی

a₄ = آبیاری هنگام کاشت ۵۰ میلی‌متر + هنگام گلدهی ۵۰ میلی‌متر

b₁ = ۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص

b₂ = ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص

b₃ = ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص

b₄ = ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص

b₅ = ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص

مدیریت‌های کاربرد ۰، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم برتر بودند. اثر متقابل سال × نیتروژن در عملکرد دانه معنی‌دار نبود، اما این تأثیر در ویژگی‌های شمار پنجه و وزن هزاردانه به ترتیب در سطوح آماری ۱ و ۵ درصد معنی‌دار شد. به‌رغم معنی‌دار نبودن مدیریت‌های مختلف نیتروژن × سال، در مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه، سال سوم نسبت به دو سال دیگر وضعیت بهتری داشت، به‌طوری‌که همه مدیریت‌های نیتروژن و میانگین کلی ۴۰۶۲ کیلوگرم در هکتار نسبت به مدیریت بدون نیتروژن سال دوم، افزایشی حدود ۱۵۲۱ کیلوگرمی داشت (جدول‌های ۴ و ۵).

بر پایه نتایج تجزیه واریانس، اثر متقابل آبیاری × نیتروژن و سال × آبیاری × نیتروژن در هیچ‌کدام از ویژگی‌های مورد بررسی، اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). در عین حال مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که در نتیجه اثر متقابل آبیاری × نیتروژن مدیریت ترکیبی کاربرد ۹۰ کیلوگرم نیتروژن با ۵۰ میلی‌متر آبیاری در هنگام گلدهی، با میزان ۴۰۶۹ کیلوگرم در هکتار توانسته است نسبت به مدیریت بدون کاربرد نیتروژن و بدون آبیاری تکمیلی با میزان ۲۴۹۷

در ویژگی شمار پنجه در بوته، تأثیر مدیریت‌های آبیاری یکسان بوده و اختلاف بین تیمارها معنی‌دار نبود. همچنین اثر متقابل سال و آبیاری تنها در ویژگی وزن هزاردانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. در عین حال در مقایسه میانگین تیمارها، مدیریت آبیاری ۵۰ میلی‌متر در هنگام گلدهی سال سوم (۹۱-۱۳۹۰) با میزان ۴۴۸۴ کیلوگرم در هکتار نسبت به مدیریت بدون آبیاری سال دوم با ۲۵۴۱ کیلوگرم در هکتار، افزایش حدود ۴۳ درصدی داشت. یکی دیگر از عامل‌های مهم در بررسی این پژوهش، مدیریت نیتروژن بود که در نتیجه آن ویژگی‌های شمار پنجه و میزان عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری در سطح آماری ۱ درصد داشتند ولی وزن هزاردانه در هیچ سطح آماری، معنی‌دار نشد (جدول ۳). در بین مدیریت‌های کودی، مدیریت کاربرد ۹۰ کیلوگرم نیتروژن با ۳۶۹۷ کیلوگرم در هکتار (میانگین سه سال) در مقایسه با مدیریت بدون کاربرد به میزان ۳۱۵۸ کیلوگرم در هکتار (میانگین سه سال)، بالاترین میزان را داشت. در بررسی شمار پنجه در بوته نیز مدیریت‌های کاربرد نیتروژن ۹۰ و ۱۲۰ نسبت به

بالاترین میزان را داشت، تفاوت معنی‌داری باهم ندارند. در مقایسه شمار پنجه نیز وضعیت به همین منوال بود. مدیریت کاربرد ۹۰ کیلوگرم نیتروژن با ۵۰ میلی‌متر آبیاری در هنگام گلدهی با شمار ۵ پنجه و مدیریت بدون آبیاری و کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن و ۵/۵ پنجه، تفاوت معنی‌داری از نظر آماری نداشتند (جدول ۵).

کیلوگرم در هکتار عملکرد بالاتری داشته باشد. این افزایش در دیگر ویژگی‌های نیز تا حدودی وجود داشت. در وزن هزاردانه، مقایسه میانگین نشان داد، مدیریت کاربرد ۹۰ کیلوگرم نیتروژن با ۵۰ میلی‌متر آبیاری در هنگام گلدهی (۳۲/۷ گرم) با مدیریت کاربرد ۹۰ کیلوگرم نیتروژن با ۵۰ میلی‌متر آبیاری در زمان‌های کاشت و گلدهی گندم که با ۳۵/۲ گرم

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

Table 5. Mean comparison of interaction of irrigation × year and nitrogen × year effects on grain yield

		Year		
		2009-2010	2010-2011	2011-2012
Irrigation	a ₁	2785ef	2541f	3826b
	a ₂	3219cde	3093de	3844b
	a ₃	2672bc	2975def	4484a
	a ₄	3654bc	3326cd	4093ab
LSD 5% = 430				
Nitrogen	b ₁	2886fg	2667g	3921ab
	b ₂	3410cd	2943efg	4089a
	b ₃	3300cde	3052def	4097a
	b ₄	3600bc	3405cd	4087a
	b ₅	3467c	2852fg	4116a
LSD 5% = 350				

میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک در هر ستون و گروه، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معناداری ندارند.

Means followed by the same letter in each column and group are not significantly different at 5% probability.

a₁ = without irrigation (control)

a₂ = 50 mm irrigation in planting time

a₃ = 50 mm irrigation in flowering time

a₄ = 50 mm irrigation in planting time + 50 mm irrigation in flowering time

b₁ = 0 kg/ha pure nitrogen

b₂ = 30 kg/ha pure nitrogen

b₃ = 60 kg/ha pure nitrogen

b₄ = 90 kg/ha pure nitrogen

b₅ = 120 kg/ha pure nitrogen

a₁ = بدون آبیاری (شاهد)

a₂ = ۵۰ میلی‌متر آبیاری در هنگام کاشت

a₃ = ۵۰ میلی‌متر آبیاری در هنگام گلدهی

a₄ = آبیاری هنگام کاشت ۵۰ میلی‌متر + هنگام گلدهی ۵۰ میلی‌متر

b₁ = ۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص

b₂ = ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص

b₃ = ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص

b₄ = ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص

b₅ = ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص

نتایج میانگین سه‌ساله داده‌ها نشان داد، آبیاری تکمیلی در زمان‌های: کاشت، گلدهی و کاشت + گلدهی، بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد. هر سه تیمار یادشده، باهم اختلاف آماری نشان ندادند و نسبت به تیمار شاهد (بدون آبیاری) برتر بودند. در این مقایسه‌ها، تیمارهای یادشده، به‌ترتیب و به‌طور میانگین افزایش عملکردی به میزان ۳۳۶، ۶۶۱ و ۶۴۱ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار شاهد داشتند. از لحاظ بهره‌وری کاربرد آب و سود اقتصادی حاصله، آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی نسبت به دیگر تیمارها برتر بود که با توجه به کاهش میزان بارندگی در این مرحله از رشد در منطقه اجرای آزمایش (گچساران)، منطقی به نظر می‌رسد. همچنین در نتیجه اثر متقابل سال × آبیاری بر عملکرد دانه

بررسی تأثیر سال در پروژه‌های تحقیقاتی دیم به شرایط اقلیمی ارتباط زیادی دارد. جدول ۱ سه عامل مهم میزان بارش، متوسط دما و میزان تبخیر را در سال‌های اجرای پروژه در مقایسه با میانگین بلندمدت نشان می‌دهد. در هر سه سال میانگین بارندگی از بلندمدت کمتر است. در بین این سال‌ها، سال دوم در شرایط بحرانی‌تری قرار داشته است. نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد، از لحاظ عملکرد دانه بین سال‌های زراعی اجرای پروژه، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت و بیشترین میزان این ویژگی به میزان ۴۰۶۲ کیلوگرم در هکتار از سال سوم زراعی با ۴۲۰/۶ میلی‌متر بارندگی به دست آمد که نسبت به سال زراعی دوم، ۱۰۷۸ کیلوگرم در هکتار (۱۳۶ درصد) افزایش داشت (جدول ۴).

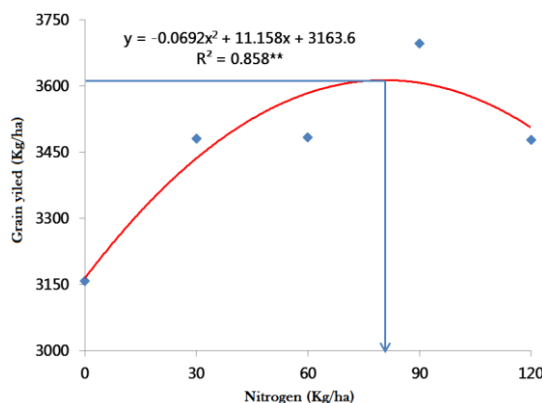
۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم) با توجه به مقایسه میانگین، تفاوت معنی‌داری نداشتند. بنابر این نتایج، کاربرد نیتروژن به‌طور میانگین ۳۷۷ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه را نسبت به شاهد بهبود بخشید و این افزایش عملکرد تا سطح نیتروژن مصرفی ۹۰ کیلوگرم در هکتار، ادامه داشت (جدول ۴ و شکل ۱).

بررسی روند تغییرپذیری سطوح کود نیتروژن روی ویژگی عملکرد دانه، نشان داد رابطه بین نیتروژن مصرفی با عملکرد دانه از معادله رگرسیون درجه دوم پیروی کرده (شکل ۱) و به پیروی از آن، بیشترین میزان عملکرد دانه با ۳۶۱۴ کیلوگرم در هکتار از کاربرد ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. بر پایه این رابطه، کاربرد هر کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره در محدوده‌های ۰-۲۰، ۲۰-۴۰، ۴۰-۶۰ و ۶۰-۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد دانه را به‌طور میانگین و به ترتیب ۱/۲، ۱/۳، ۱/۴ و ۱/۵ کیلوگرم در هکتار نسبت به واحد پیشین افزایش و در محدوده ۱۰۰-۸۰ و ۱۲۰-۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب مقادیر ۱/۳ و ۴ کیلوگرم در هکتار نسبت به واحد پیشین کاهش داد و تغییر در میزان نیتروژن مصرفی توانست ۸۶ درصد از تغییرپذیری‌های عملکرد دانه را توجیه کند ($R^2 = 86^{**}$). از این رو به‌منظور دستیابی به ۹۵ درصد بیشترین عملکرد دانه تولیدی در این پژوهش (۳۴۳۳ کیلوگرم در هکتار) میزان نیاز نیتروژنی گندم رقم دیم کوه‌دشت در شرایط این آزمایش و مناطق همسان ۸۰ کیلوگرم در هکتار تعیین شد.

مشخص شد، آبیاری تکمیلی مرحله گلدهی در سال سوم با میزان ۴۴۸۴ کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد (بدون آبیاری تکمیلی با ۲۵۴۱ کیلوگرم در هکتار) ۴۳ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵).

انجام آبیاری تکمیلی بر شمار پنجه در بوته از لحاظ آماری معنی‌دار نبود، اما در وزن هزاردانه معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج تحقیقات آبیاری تکمیلی در مراکش، ترکیه، قبرس و پاکستان نشان‌دهنده افزایش عملکردی بیش از ۱/۵ تا ۲ برابر در شرایط آبیاری تکمیلی (۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد آبیاری، در مرحله کاشت و مراحل رشد گلدهی و دانه‌بندی گندم) نسبت به شرایط دیم (بدون آبیاری) است (Perrier & Salkini, 1991). بر پایه تحقیقات هشت‌ساله‌ای در سوریه با اعمال آبیاری تکمیلی در شرایط دیم، میانگین عملکرد گندم از ۲/۲۵ تن در هکتار به ۵/۹ تن در هکتار افزایش یافت. همچنین در تحقیق دیگری روی چهار رقم گندم دیم در حالت‌های آبیاری تکمیلی، آبیاری کامل و دیم در شرایط آب‌وهوایی مدیترانه‌ای مشخص شد که عملکرد دانه گندم در شرایط آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و پس از گلدهی نسبت به آبیاری کامل و دیم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Oweis et al, 2000).

مدیریت کاربرد نیتروژن نیز، به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه و شمار پنجه در بوته را افزایش داد، اما بر ویژگی وزن هزاردانه معنی‌دار نبود. در این میان، شمار پنجه در سطوح کودی ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار و عملکرد دانه در چهار سطح کاربرد نیتروژن (۳۰، ۶۰،



شکل ۱. رابطه بین میزان نیتروژن با عملکرد دانه گندم دیم

Figure 1. Relationship between nitrogen level with grain yield of dryland wheat

Van Harwarden *et al.* (Sullivan *et al.*, 2007) (2006) پاسخ رقم‌های مختلف گندم دیم را به کودهای نیتروژنی در استرالیا بررسی و گزارش کردند، رقم‌های مختلف گندم پاسخ‌های متفاوتی را به کاربرد نیتروژن نشان دادند، به طوری که میزان جذب نیتروژن در این رقم‌ها به اثر متقابل تاریخ رسیدگی فیزیولوژیک و تأمین آب بستگی داشت. همچنین نقش مؤثر نیتروژن به دلیل کمبود مواد آلی در نواحی خشک به عنوان عمده‌ترین منبع طبیعی ذخیره نیتروژن، پس از بارندگی و تأمین آب مورد نیاز گیاه در بررسی‌های پرشماری به اثبات رسیده است (Triboi & Triboi-Blondel, 2002; Shangguan *et al.*, 2004).

نتیجه‌گیری

- ۱- آبیاری تکمیلی و کاربرد نیتروژن به طور معنی‌داری عملکرد دانه را افزایش داد.
- ۲- در شرایط زراعی این آزمایش، میانگین نیاز نیتروژنی گندم دیم رقم 'کوهدشت' حدود ۸۰ کیلوگرم در هکتار همراه با اعمال آبیاری تکمیلی به میزان ۵۰ میلی‌متر در مرحله گلدھی، مشخص شد.
- ۳- مناسب‌ترین هنگام آبیاری تکمیلی در مرحله گلدھی و به میزان ۵۰ میلی‌متر تعیین شد.

مناسب‌ترین مدیریت کاربرد نیتروژن نیز، با توجه به نتایج به دست آمده از تحقیقات پیشین (Karimi, 1992; Khademi, 1998; Tavakoli, 2003) و لحاظ مسائل اقتصادی، کاربرد کود به صورت تقسیطی ۵۰ درصدی است. لذا توصیه می‌شود ۴۰ کیلوگرم نیتروژن همزمان با کاشت و ۴۰ کیلوگرم به صورت سرک در مرحله پنجه‌زنی مصرف شود. Campbell *et al.* (1993) میزان ۲۵ تا ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار را در شرایط دیم مناسب دانسته و بیشتر از آن را به علت کمبود آب و جذب نکردن آن توسط گیاه مناسب نمی‌داند. این در حالی است که کاربرد سطوح بالای نیتروژن در شرایط تنش‌های آبی شدید، زبان‌آور شناخته شده است و این اثرگذاری‌ها با نوع گیاه، فصل رشد و نوع کود تغییر می‌کند (Oweis *et al.*, 1999; Tavakoli, 2003).

در نتیجه اثر متقابل سال \times نیتروژن که اختلاف‌ها معنی‌دار نبود، تا حدودی همه موارد به رغم تفاوت در میزان بارندگی و پراکنش آن، تفاوت زیادی نداشتند. باین حال همه تیمارهای کودی نسبت به شاهد در سال دوم افزایش تولید داشتند. میزان نیتروژن موجود در خاک و میزان رطوبت قابل جذب در خاک از عامل‌های بسیار مهم و تأثیرگذار در پاسخ یا پاسخ ندادن گیاه به کودهای نیتروژنی در شرایط دیم هستند

REFERENCES

1. Abedi, T. & Pakniyat, H. (2010). Antioxidant enzyme changes in response to drought stress in ten cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 46, 27-34.
2. Anderson, W.K. (1992). Increasing grain yield and water use of wheat in a rainfed Mediterranean type environment. *Australian Journal of Agricultural Research*, 43, 1-17.
3. Campbell, C. A., Selles, F., Zentner, R. P. & McConkey, B. G. (1993). Available water and nitrogen effects on yield components and grain nitrogen of zero-till spring wheat. *Agronomy Journal*, 85, 114-120.
4. Cooper, P. J. M., Gregory, P. J., Tully, D. & Harris, H. C. (1987). Improving water use efficiency of annual crops in the rainfed farming systems of west Asia and North Africa. *Experimental Agriculture*, 23, 113-158.
5. Ehlig, C.F. & Lemert, R.D. (1976). Water use and productivity of wheat under five irrigation treatments. *Soil Science Society America journal*, 40, 750-755.
6. Islamic Republic of Iran Metrological Organization (IRIMO). 2016. Comparison Provincial Climate. Retrieved Jan 16, 2016, from <http://www.IRIMO.ir>.
7. Kamkar, B., Daneshmand, A. R., Ghooshchi, F., Shiranirad, A. H. & Langeroudi, A. S. (2011). The effects of irrigation regimes and nitrogen rates on some agronomic traits of canola under a semiarid environment. *Agricultural Water Management*, 98, 1005-1012.
8. Karimi, H. (1992). *Wheat*. University of Tehran Press. (In Farsi)
9. Kassam, A. H. (1981). Climate, Soil and Land Resources in North Africa and West Asia. *Plant Soil*, 58, 1-29.
10. Khademi, Z. (1998). Effect of time and mode of application of nitrogen fertilizer on yield and protein content of wheat (Final report). *Soil and Water Research Institute*, Tehran, Iran.
11. Kijne, K. W., Barker, R. & Molden, D. (2003). *Improving water productivity in the dry areas of West Asia and North Africa., Water Productivity in agriculture: Limits and Opportunities for Improvement*. CABI Publishing, Wallingford, U.K.

12. Oweis, T. & Hachum, A. (2004). *Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dry farming systems*. In; west Asia and North Africa. 4th international crop science congress 26 Sep - 1 Oct 2004, Queensland, Australia.
13. Oweis, T. & Hachum, A. (2012). *Supplemental irrigation, a highly efficient water-use practice*. ICARDA, Aleppo, Syria.
14. Oweis, T., Hachum, A. & Kijne, J. (1999). *Water harvesting and supplemental irrigation for improved water use efficiency in dry areas* (Vol. 7). IWMI.
15. Oweis, T., Heping, Z. & Pala, M. (2000). Water use efficiency of rainfed and irrigated bread wheat in a Mediterranean environment. *Agronomy Journal*, 92, 231-238.
16. Oweis, T., Salkini, A., Zhang, H., Ilbeyi, A., Ustum, H., Dernek, Z. & Erdem, G. (2001). *Supplemental irrigation potential for wheat in the central Anatolian plateau of Turkey*. ICARDA.
17. Pala, M., Matar, A. & Mazid, A. (1996). Assessment of the effects of environmental factors on the response of wheat to fertilizer in on-farm trials in Northern Syria. *Experimental Agriculture*, 32, 339-349.
18. Perrier, E. R. & Salkini, A. B. (Eds.). (1991). *Supplemental Irrigation in the Near East and North Africa*. In: Proceedings of a Workshop on Regional Consultation on Supplemental Irrigation. ICARDA and FAO, Rabat, Morocco, 7-9 Dec, 1987. *Kluwer Academic Publishers*, pp 611.
19. Salek Zamani, A. & Tavakoli, A. R. (2004). The effect of seed rate on grain yield and its components of three new varieties and line of rainfed wheat. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 6 (3), 214-222. (in Farsi)
20. Samarah, N. H. (2005). Effects of drought stress on growth and yield of barley. *Agronomy for Sustainable Development*, 25, 145- 149.
21. Singh, A. J. & Byerlee, D. (1990). Relative variability in wheat yields across countries and over time. *Journal of Agricultural Economics*, 41, 21-32.
22. Shangguan Z.P., M.A. Shao, S.J. Ren, L.M. Zhang, and Q. Xue. 2004. Effect of nitrogen on root and shoot relations and gas exchange in winter wheat. *Botanical Studies*, 45: 49-54.
23. Sullivan, D., Bary, A. & Cogger, C. (2007) Agronomic biosolids application rates for dryland wheat across a range of northwest climate zones. *Proceeding Western Nutrient Management*. Conference, Salt Lake City, 7, 188-193.
24. Talliei, A. A. & Haghparast, R. (1998). *Project the impact of different levels of nitrogen on yield and uptake of other nutrients (N, P & K) in dryland wheat varieties*. Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. *Agricultural Experiment Station Bulletin*. 383.
25. Tavakkoli, A. R. & Oweis, T. (2004). The role of supplemental irrigation and nitrogen in producing bread wheat in the highlands of Iran. *Agricultural Water Management*, 65, 225-236.
26. Tavakoli, A. (2003). Effects of supplemental irrigation and nitrogen rates on yield and yield components of rainfed wheat cultivar Sabalan. *Seed and Plant Improvement Journal*, 367-381. (in Farsi)
27. Triboi, E. & Triboi-Blondel, A. M. (2002). Productivity and grain or seed composition: a new approach to an old problem-invited paper. *European Journal of Agronomy*, 16, 163-186.
28. Turner, N.C. (2004) Agronomic options for improving rainfall-use efficiency of crops in dryland farming systems. *Journal of Experimental Botany*, 55, 2413-2425.
29. Van Herwaarden, A. F., Farquhar, G. D., Angus, J. F. & Richards, R. A. (2006). Physiological responses of six spring wheat varieties to nitrogen fertilizer. In: *Proceedings of the 8th Australian Agronomy Conference*. Australian Society of Agronomy Inc., Toowoomba, Australia, pp. 570-573.