"نشریه علوم زراعی ایران"
جلد بیست و سوم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰

مقاله پژوهشی

DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3

اثر زمان مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت دانه ارقام گندم نان (*Triticum aestivum* L.) در شرایط تنش خشکی انتهای فصل

Effect of the timing of nitrogen fertilizer application on grain yield and quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under terminal drought stress conditions

محمد رضایی مراداعلی[۱]، علیرضا عیوضی[۲]، سلیمان محمدی[۳] و فرخ غنی شایسته[۴]

چکیده

رضایی مراداعلی، م.، ع.ر. عیوضی، س. محمدی و ف. غنی شایسته. ۱۴۰۰. اثر زمان مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت دانه ارقام گندم نان (*Triticum aestivum* L.) در شرایط تنش خشکی انتهای فصل. **نشریه علوم زراعی ایران. ۲۳ (۴):۳۴۰-۳۲۰.**

به منظور بررسی اثر زمان مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت دانه ارقام گندم نان در شرایط تنش خشکی انتهای فصل، آزمایشی در سال‌های زراعی۹۳- ۱۳۹۲ و ۹۴- ۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب در استان آذربایجان غربی به صورت کرت‌های خرد شده فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل آبیاری کامل (I1)، قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله تا رسیدگی (I2) و قطع آبیاری از مرحله گلدهی تا رسیدگی (I3) در کرت‌های اصلی، زمان مصرف کود نیتروژن شامل ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در چهار سطح: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی (N1)، ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله شروع طویل شدن ساقه (N2)، ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+۵۰ کیلوگرم در مرحله شروع طویل شدن ساقه (N3)،۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله ظهور سنبله (N4) و پنج رقم گندم نان زرین (G1)، پیشگام (G2)، اروم (G3)، زارع (G4) و میهن (G5) بودند که به‌صورت فاکتوریل درکرت‌های فرعی قرار داده شدند. نتایج نشان داد که تیمار قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله تا رسیدگی نسبت به آبیاری کامل، باعث افزایش معنی‌دار محتوای نیتروژن، فسفر و روی دانه (به‌ترتیب ۲۳، ۳۷ و ۱۸ درصد) و کاهش معنی‌دار محتوای پتاسیم و منیزیم دانه (به‌ترتیب ۱۱ و ۴۵ درصد) شد. بیش‌ترین میزان نیتروژن، فسفر، آهن، روی و منیزیم دانه در تیمار کمبود آب (I2) در تیمار کودی ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+۵۰ کیلوگرم در مرحله شروع طویل شدن ساقه در ارقام میهن و پیشگام مشاهده شد. در تیمار آبیاری کامل، تقسیط نیتروژن تا مرحله ظهور سنبله باعث افزایش محتوای نیتروژن، فسفر و منیزیم دانه شد. بیشترین عملکرد دانه (۷۰۲۶ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کودی ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت + ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+۵۰ کیلوگرم در مرحله شروع طویل شدن ساقه، بدست آمد. نتایج این آزمایش نشان داد که با زمان‌بندی مناسب مصرف کود نیتروژن در شرایط کمبود آب و کاشت ارقامی مانند پیشگام و میهن می‌توان عملکرد و کیفیت دانه گندم تولیدی را در مناطق سرد با شرایط آب و هوایی مشابه محل اجرای این تحقیق افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: گندم، پنجه زنی، تقسیط نیتروژن، طویل شدن ساقه و قطع آبیاری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۱۸ این مقاله مستخرج از پروژه تحقیقاتی خاص به شماره ۹۲۳۲۶-۰۳-۳۶-۴ مصوب موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر می‌باشد

۱- دانشیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: Rezaei54@yahoo.com)

۲- استادیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

۳- دانشیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

۴- مربی پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3]

مقدمه

سطح زیر کشت گندم آبی در ایران در سال زراعی ۹۸- ۱۳۹۷ حدود ۱۹۳۰۰۰۰ هکتار با میانگین عملکرد ۴۲۳۰ کیلوگرم در هکتار بود. استان آذربایجان غربی گندم آبی با بیش از ۹۰ هزار هکتار گندم‌کاری با میانگین عملکرد ۳۸۲۹ کیلوگرم در هکتار، از نظر سطح زیر کشت ششمین استان و از نظر عملکرد هفدمین استان کشور است و گندم از مهم‌ترین منابع درآمد اصلی کشاورزان محسوب می‌شود. در سال‌های اخیر بدلیل کمبود آب در فصل بهار عملکرد مناسبی از کشت ارقام گندم با نیاز آبی بالا بدست نمی‌آید. به علاوه زمان‌بندی مصرف کود نیتروژن در فصل بهار در شرایط کمبود آب نیز همواره با مشکل روبرو شده و با توجه به افزایش قیمت نهاده‌ها و توصیه‌هایی مبنی بر رعایت زمان صحیح مصرف کودهای شیمیایی، نگرانی کشاورزان در خصوص بهترین زمان مصرف کود نیتروژن برای حصول عملکرد دانه بیشتر در شرایط کم آبیاری افزایش یافته است. از این‌رو کم آبیاری توأم با بهینه‌سازی مصرف کود یک راهبرد مطلوب برای دستیابی به تولید مناسب در شرایط محدودیت آب محسوب می‌شود (Kheirabi *et al*., 2005).

اصلاح ارقام گندم متحمل به کم‌آبیاری با عملکرد دانه بالا و کیفیت مناسب، بخصوص افزایش محتوای عناصر روی، کلسیم و منیزیم دانه در راستای کاهش مصرف آب، از اهمیت زیادی برخوردار است (Malakouti *et al*., 2005; Malakouti *et al*., 2008). یکی از مهم‌ترین عناصر تعیین کننده عملکرد دانه در شرایط کمبود آب نیتروژن است. مصرف بهینه آب و نیتروژن با استفاده از روش‌های مناسب مدیریتی از اهداف کشاورزی پیشرفته است (Tavakoli, 2012). شی و همکاران (Shi *et al*., 2010) در آزمایشی اثرات بلند مدت مصرف سطوح نیتروژن (صفر، ۱۳۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر غلظت و جذب عناصر ریزمغذی (آهن، روی، مس و منگنز) و توزیع آنها در بخش‌های مختلف دانه گندم زمستانه را در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی پکن در شرایط فاریاب (آبیاری در زمان کاشت، سه برگی، شروع رشد مجدد در بهار و گلدهی) بررسی و مشاهده کردند که مصرف کود نیتروژن به میزان ۱۳۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به عدم مصرف کود، غلظت آهن، روی و مس دانه گندم را افزایش داده، ولی بر غلظت منگنز دانه اثر معنی‌داری نداشت. در ارزیابی اثر سطوح کود نیتروژن و پتاسیم بر میزان عناصر آهن، روی، منگنز و مس در دانه ذرت ارزیابی و گزارش شد که مصرف نیتروژن همراه با سولفات پتاسیم و کلرور پتاسیم باعث افزایش محتوای روی، منگنز، آهن و مس دانه گردید (Manasek *et al*., 2013). خمدی و همکاران (Khamadi *et al*., 2015) در ارزیابی اثر بقایای گیاهی گندم، جو، کلزا و ماشک گل‌خوشه‌ای و سطوح کود اوره (۱۵۰، ۲۷۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار) بر جذب عناصر غذایی گندم گزارش کردند که با افزایش مصرف کود نیتروژن، میزان جذب عناصر آهن، روی و منگنز دانه افزایش، ولی میزان جذب مس کاهش یافت. در این تحقیق بیشترین مقدار وزن خشک و محتوی عناصر غذایی دانه در تیمار بقایای گیاهی جو همراه با ماشک و کیلوگرم در هکتار اوره به‌دست آمد. موسوی و همکاران (Mousavi *et al*., 2012) در آزمایش ارزیابی اثر روش‌های مصرف کود نیتروژن بر صفات زراعی گندم زمستانه دیم در شرایط قطع بارندگی از اواسط اردیبهشت گزارش کردند که تیمار پخش سطحی کود در زمان پنجه‌زنی و تیمار پخش سطحی به میزان دو سوم در زمان پنجه‌زنی به علاوه محلول‌پاشی در مرحله ظهور سنبله گندم در مقایسه با سایر تیمارهای کود سرک نیتروژن، عملکرد دانه کمتری داشت و در بین تیمارهای کود سرک بیشترین عملکرد دانه مربوط به مصرف کود در زمان پنجه‌زنی و قبل از ظهور سنبله بود. در ارزیابی برهمکنش تیمارهای آبیاری (آبیاری کامل و اعمال تنش خشکی از اواخر مرحله ساقه رفتن)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3]

با زمان‌بندی مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و صفات فیزیولوژیک گندم رقم مهدوی مشاهده شد که مصرف نیتروژن بیشتر در مرحله کاشت نسبت به مرحله گلدهی در مقایسه با مصرف کود بیشتر در مرحله گلدهی نسبت به مرحله کاشت در شرایط تنش کمبود آب، باعث کاهش عملکرد دانه شد (Ahmadi *et al.*, 2006). شهراسبی و همکاران (Shahrasbi *et al.*, 2015) در بررسی اثر تنش خشکی و کود نیتروژن بر عملکرد دانه وکارایی زراعی مصرف نیتروژن گندم رقم سیروان گزارش نمودند که قطع آبیاری در مراحل ظهور سنبله و پر شدن دانه با کاهش عملکرد دانه و افزایش میزان پروتئین دانه همراه بود. مصرف نیتروژن تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اثر مثبتی بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و بهره‌وری آب داشت، ولی این اثر در شرایط آبیاری مطلوب و تنش متفاوت بود، به‌طوری‌که با افزایش شدت تنش، از تاثیر مثبت نیتروژن کاسته شد.

این تحقیق با هدف ارزیابی اثر زمان مصرف کود نیتروژن در شرایط کم‌آبیاری بر عملکرد و کیفیت دانه ارقام گندم نان و تعیین زمان مناسب مصرف کود نیتروژن در شرایط کم‌آبیاری و همچنین شناسایی رقم گندم مناسب از نظر عملکرد و محتوی عناصر غذایی دانه برای توصیه در مناطق سرد و کم‌آب انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ و ۹۴-۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب با ارتفاع ۱۱۴۲ متر از سطح دریا واقع در جنوب شرقی استان آذربایجان غربی انجام شد. اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش (۹۳-۱۳۹۲ و ۹۴-۱۳۹۳)

Table1. Meteorological information at the experiment site (2013-14 and 2014-15)

		۱۳۹۲-۹۳ 2013-2014			۱۳۹۳-۹۴ 2014-2015		
Months	ماه	میانگین دما Mean Temprature (°C)	تبخیر Evaporation (mm)	بارندگی Precipitation (mm)	میانگین دما Mean Temprature (°C)	تبخیر Evaporation (mm)	بارندگی Precipitation (mm)
October	مهر	15.2	119.5	4.9	15.2	83.2	4.4
November	آبان	5.4	38.9	47.5	7.4	19.6	32.5
December	آذر	-0.2	0	1.4	4.6	0	52.7
January	دی	2.5	0	13.5	2.7	0	4.2
February	بهمن	1**.0**	0	8.4	4.9	0	34.5
March	اسفند	2.1	0	20.0	0.6	0	13.7
April	فروردین	10.9	65.9	41.2	10.9	77	25.4
May	اردیبهشت	16.6	155.9	23.3	15.7	156.7	28.5
June	خرداد	21.1	208.2	2.7	21.8	246.8	0.4
July	تیر	23.9	276.9	4.6	26.3	307.1	1
August	مرداد	26**.0**	316.5	0	26.9	379.1	0
September	شهریور	23**.0**	301.2	2.1	24.1	321.3	0

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل آبیاری کامل تا آخر طول دوره رشد گیاه (I_1)، قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله (کد ۵۵ زادوکس) تا رسیدگی (I_2) و قطع آبیاری از مرحله گلدهی (کد ۶۵ زادوکس) تا رسیدگی (I_3) در کرت‌های اصلی، زمان مصرف کود نیتروژن شامل ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (۲۶۰ کیلوگرم

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3]

کـود اوره) در چهـار سـطح: ۲۰ کیلـوگرم در زمـان کاشـت+ ۱۰۰ کیلـوگرم در مرحلـه پنجـه‌زنی (N_1)، ۲۰ کیلـوگرم در زمـان کاشـت+ ۱۰۰ کیلـوگرم در مرحلـه شروع طویل شـدن سـاقه (N_2) (کـد ۳۲ زادوکـس)، ۲۰ کیلـوگرم در زمـان کاشـت +۵۰ کیلـوگرم در مرحلـه پنجه‌زنی+ ۵۰ کیلـوگرم در مرحلـه شـروع طویـل شـدن ساقه (N_3)، ۲۰ کیلوگرم در زمـان کاشـت+۵۰ کیلـوگرم در مرحله پنجه‌زنی+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله ظهور سـنبله (N_4) (جـدول ۲) و پـنج رقـم گنـدم نـان زریـن (G_1)، پیشـــگام (G_2)، اروم (G_3)، زارع (G_4) و مـــیهن (G_5) (جدول ۳) بودند که به‌صورت فاکتوریل در کرت‌هـای فرعی قرار داده شدند.

جدول ۲- تیمارهای کود نیتروژن مورد استفاده در آزمایش

Table 2. Nitrogen fertilizer treatments ($kg.ha^{-1}$)

	۱۳۹۲-۹۳ 2013-2014					۱۳۹۳-۹۴ 2014-2015				
مراحل رشد گندم Wheat growth stages	تاریخ مصرف Application date		N_1	N_2	N_3	N_4	تاریخ مصرف Application date		N_1	N_2	N_3	N_4
Planting کاشت	Oct. 12	۲۰ مهر	20	20	20	20	Oct. 11	۱۹ مهر	20	20	20	20
Tillering پنجه زنی	April 4	۱۵ فروردین	100	0	50	50	April 6	۱۷ فروردین	100	0	50	50
Stem elongation طویل شدن ساقه	April 29	۹ اردیبهشت	0	100	50	0	May 1	۱۱ اردیبهشت	0	100	50	0
Spike emergence ظهور سنبله	May 10	۲۰ اردیبهشت	0	0	0	50	May 13	۲۳ اردیبهشت	0	0	0	50

جدول ۳- ویژگی‌های زراعی ارقام گندم مورد استفاده در آزمایش

Table 3. Agronomic characteristics of wheat cultivars

ارقام گندم Wheat cultivars	سال معرفی year of release	عادت رشد Growth habit	روز تا طویل شدن ساقه Days to stem elongation	روز تا ظهور سنبله Days to spike emergence	روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی Days to physiological maturity	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)
Zarrin زرین	۱۳۷۵ 1996	Facultative بینابین	201	212	270	40	6500
Pishgam پیشگام	۱۳۸۷ 2008	Winter زمستانه	203	211	260	40	8100
Orum اروم	۱۳۸۹ 2010	Facultative بینابین	200	209	265	43	7300
Zareh زارع	۱۳۸۹ 2010	Winter زمستانه	203	211	260	40	7500
Mihan میهن	۱۳۸۹ 2010	Winter زمستانه	203	211	260	43	7800

گندم رقم زرین بیش‌ترین سطح زیـر کشـت را طـی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۰ در استان داشته و اکنـون نیـز بـه دلیل ارتفاع بوته زیاد و تولید زیست توده و کاه و کلش بالا در برخی از مناطق شمال استان که زراعت همـراه بـا دامپروری رایج است، کشت مـی‌شـود. ارقـام پیشـگام و مـیهن از ارقـام رایـج در منطقـه و متحمـل بـه تـنش کم‌آبیاری هستند که در حال حاضر بیش‌ترین سطح زیر کشت را در استان دارنـد. رقـم زارع نیـز بـدلیل متحمـل بودن به تنش کم‌آبی و زودرسـی و نیـز تولیـد زیسـت توده کمتر، در برخی از نواحی جنوب استان که مشـکل بادزدگی و کاهش منابع آب وجود دارد، مورد پـذیرش زارعین قرار گرفته است. رقم اروم نسبت به ارقـام مـیهن و پیشگام نسبت بـه تـنش کمبـود آب حسـاس‌تـر بـوده، ولی بـه‌دلیل وزن هـزار دانـه بـالا و شـکل و رنـگ دانـه مناسـب و همچنـین تولیـد زیسـت تـوده بیشـتر، نسـبت به ارقام متحمل به تـنش مـورد بررسـی در ایـن تحقیـق، در بـین برخـی از کشـاورزان مرکـز اسـتان مـورد توجـه است.

کرت‌های آزمایشی به طول چهار متـر و عـرض ۱/۲ متر با فواصل بـین ردیـف ۲۰ سـانتیمتر در شـش ردیـف ایجـاد شـدند. کاشـت بـا اسـتفاده از دسـتگاه بـذر کـار مخصوص آزمایشی غـلات (گنـدم و جـو) بـه صـورت

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3]

ردیفی انجام شد. به منظور جلوگیری از نفوذ آب در کرت‌های اصلی و عدم اختلاط تیمارهای کودی در کرت‌های فرعی، بین کرت‌ها ۱/۲ متر فاصله در نظر گرفته شد. کل زمین محل اجرای آزمایش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ زیر کشت کلزای ازدیادی بود که در سال اول بخشی از آن و در سال دوم از بقیه زمین استفاده شد. بر اساس نتایج تجزیه خاک (جدول ۴) کود اوره طبق تیمارهای آزمایشی، کود سولفات پتاسیم (۴۵ درصد پتاسیم) به مقدار ۸۵ کیلوگرم در هکتار و سوپر فسفات تریپل (۲۱ درصد فسفر) به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار همزمان با کاشت به خاک داده شد. سولفات روی نیز به مقدار ۱۸ کیلوگرم در هکتار به صورت نواری در عمق ۴-۳ سانتی‌متری خاک در هنگام کاشت به خاک داده شد. در سال اول آزمایش، کاشت در ۱۷ مهر و در سال دوم در ۱۵ مهر با بذور ضدعفونی شده ارقام گندم با تراکم ۴۵۰ بذر در مترمربع انجام و پس از کاشت، یک نوبت آبیاری جهت سبز شدن گیاهچه‌ها انجام شد. در اواسط فروردین پس از مساعد شدن شرایط محیطی علف‌های هرز با استفاده از علف‌کش توفوردی کنترل شدند. برای یکسان نمودن حجم آب آبیاری در کرت‌ها از کنتور و لوله‌های آبیاری تحت فشار استفاده شد تا در طول فصل زراعی مقدار آب مصرف شده در هر کرت ثابت باشد. مقدار آب مصرفی برای هر دور آبیاری بر اساس روابط مقدار تبخیر و تعرق گیاه مرجع و داده‌های ایستگاه هواشناسی محل اجرای آزمایش تعیین شد (Allen *at al.*,1994) که مقدار ثابت ۰/۳ متر مکعب برای هر کرت آزمایشی بود.

جدول ۴- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 4. Physical and chemical properties of the soil at the experiment site

بافت خاک Soil texture		اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	نیتروژن کل Total N (%)	فسفر قابل جذب P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب K	آهن قابل جذب Fe	روی قابل جذب Zn
Silt	سیلت	8	0.81	0.12	11.2	250	6.24	0.74

با توجه به کم بودن میزان بارش‌ها پس از اعمال تیمارهای قطع آبیاری تا رسیدگی محصول (سال اول ۳/۸ و سال دوم ۳/۱ میلی‌متر)، تداخلی با تیمارهای آبیاری ایجاد نشد. در مرحله رسیدگی، محصول هر کرت با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت با استفاده از کمباین آزمایشات غلات در اواسط تیر برداشت شد. پس از برداشت محصول از هرکرت نمونه‌هایی انتخاب و برای اندازه‌گیری عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، منیزیم و روی استفاده شد. پس از آسیاب کردن دانه‌ها از اسید نیتریک برای هضم نمونه‌ها استفاده شد (Gupta, 2000). نیتروژن نمونه‌ها با استفاده از دستگاه میکروکجلدال اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فسفر، پتاسیم، آهن، منیزیم و روی دانه، نمونه‌ها با استفاده از روش والینگا و همکاران (Walinga *at al.*,1989) هضم شدند. برای اندازه‌گیری فسفر از دستگاه اسپکتروفتومتر، برای اندازه‌گیری پتاسیم از دستگاه فلیم فتومتر و برای اندازه‌گیری آهن، منیزیم و روی از دستگاه جذب اتمی استفاده شد. محتوی پروتئین دانه از ضرب کردن میزان نیتروژن در عدد ۵/۷ بدست آمد (Voltas *et al.*, 1997).

پس از انجام آزمون همگنی واریانس خطای آزمایش‌ها و اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌ها، تجزیه واریانس مرکب داده‌ها بر اساس کرت‌های خرد شده فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. برای تجزیه‌های آماری و رسم نمودارها به ترتیب از نرم‌افزارهای SPSS و Excel استفاده شده و

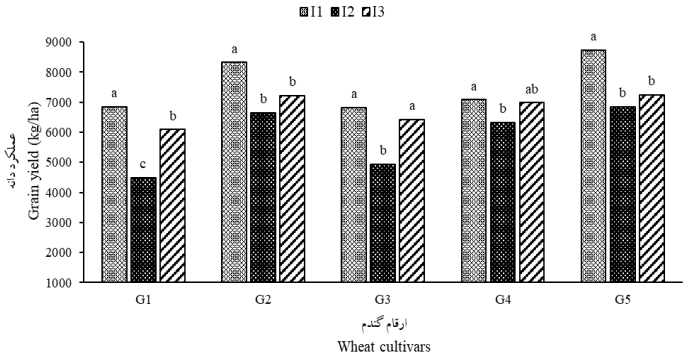
[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3]

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصدانجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای آبیاری، کود نیتروژن، ارقام و برهمکنش آنها بر صفات زراعی و محتوی عناصر دانه در سطح آماری پنج و یک درصد معنی دار بود. با وجود کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش کمبود آب در کلیه ارقام گندم، پاسخ ارقام به تیمارهای آبیاری متفاوت بود. بیشترین عملکرد دانه (۸۷۲۹ کیلوگرم در هکتار) در تیمار آبیاری کامل از رقم میهن حاصل شد و در تیمار قطع آبیاری در مرحله ظهور سنبله رقم زرین با ۴۴۸۶ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه را داشت (شکل ۱). اختلاف عملکرد دانه رقم زرین در تیمار آبیاری کامل نسبت به تنش شدید آب (I_2) ۳۴ درصد و در رقم میهن ۲۱ درصد بود.



شکل ۱- میانگین عملکرد دانه ارقام گندم در برهمکنش تیمارهای آبیاری و رقم

Fig. 1. Mean of grain yield of wheat cultivars in interaction effect of irrigation×cultivar treatments

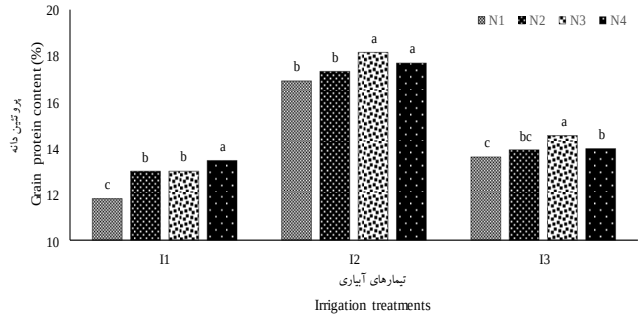
I_1: آبیاری کامل، I_2: قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله و I_3: قطع آبیاری از مرحله گلدهی
ارقام گندم G_1: زرین، G_2: پیشگام، G_3: اروم، G_4: زارع و G_5: میهن
I_1: Full irrigation, I_2: Irrigation withhold after ear emergence, I_3= Irrigation withhold after flowering
Wheat cultivars; G_1: Zarrin, G_2: Pishgam, G_3: Orum, G_4: Zareh and G_5: Mihan

نتایج یک آزمایش نشان داد که مصرف کود نیتروژن به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و تقسیط آن از زمان کاشت تا اواخر طویل شدن ساقه و شروع مرحله آبستنی، باعث افزایش عمکرد دانه گندم به میزان ۴۳ درصد نسبت به تیمار عدم تقسیط کود نیتروژن شد. تقسیط کود نیتروژن در مرحله ظهور سنبله باعث کاهش عملکرد دانه به میزان ۱۴ درصد نسبت به مصرف آن در مرحله طویل شدن ساقه گردید (Efretuei *et al.*, 2016). مقایسه میانگین‌های برهمکنش سال در آبیاری در رقم نشان داد که در سال اول آزمایش بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار آبیاری کامل در ارقام پیشگام و میهن و در سال دوم در رقم میهن بوده و کمترین مقدار عملکرد دانه در سال اول در رقم زرین در تیمار قطع آبیاری در مرحله ظهور سنبله و در سال دوم در همان تیمار در رقم اروم بوده است (جدول ۵). یکی از دلایل این موضوع تحمل ارقام پیشگام و میهن به تنش خشکی است.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در تیمار آبیاری کامل بیشترین محتوای پروتئین دانه (۱۳/۴ درصد) با تیمار کودی N_4 بدست آمد و در تیمار قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله (I_2) با تقسیط کودی N_3، محتوی پروتئین دانه افزایش یافت (۱۸/۱درصد) (شکل ۲). به نظر می‌رسد که در شرایط کمبود آب انتهای فصل، تقسیط کود نیتروژن تا مرحله شروع طویل شدن ساقه باعث افزایش پروتئین دانه می‌شود، بنابراین پیشنهاد می‌شود که در شرایط کمبود آب انتهای فصل به‌دلیل عدم دسترسی به آب کافی برای آبیاری، آخرین زمان تقسیط و مصرف کود نیتروژن قبل از ظهور سنبله انجام شود.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3]



شکل ۲- میانگین محتوای پروتئین دانه ارقام گندم در برهمکنش تیمارهای آبیاری و نیتروژن

Fig. 2. Mean of grain protein content of wheat cultivars in interaction effect of irrigation×nitrogen treatments

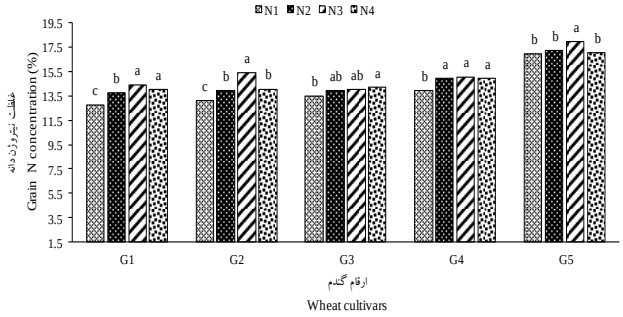
I_1: آبیاری کامل، I_2: قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله و I_3: قطع آبیاری از مرحله گلدهی

نیتروژن N_1: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی، N_2: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_3: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+۵۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_4: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله ظهور سنبله

I_1: Full irrigation, I_2: Irrigation withhold after ear emergence, I_3= Irrigation withhold after flowering

Nitrogen N_1: 20 kg at planting+100kg at tillering, N_2:20 kg at planting+100 kg at stem elongation, N_3: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at stem elongation, N_4: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at ear emergence

پاسخ ارقام گندم به زمان‌های مصرف کود نیتروژن متفاوت بود. در ارقام دیررس مانند زرین و اروم، تقسیط کود نیتروژن تا مرحله ظهور سنبله باعث افزایش محتوای پروتئین دانه شد، ولی در ارقام زودرس‌تر مانند پیشگام و میهن، مصرف نیتروژن تا مرحله شروع طویل شدن ساقه و قبل از ظهور سنبله، باعث افزایش محتوای پروتئین دانه شده و مصرف نیتروژن در مرحله ظهور سنبله تاثیر زیادی بر افزایش میزان نیتروژن دانه نداشت. با این‌حال در کلیه ارقام گندم در تیمار کودی N1، کمترین میزان نیتروژن دانه را داشتند (شکل ۳).



شکل ۳- میانگین غلظت نیتروژن دانه ارقام گندم در برهمکنش تیمارهای نیتروژن و رقم

Fig. 3. Mean of grain nitrogen concentration of wheat cultivars in interaction effect of irrigation×cultivar treatments

نیتروژن N_1: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی، N_2: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_3: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+۵۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_4: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله ظهور سنبله

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

Nitrogen N_1: 20 kg at planting+100kg at tillering, N_2:20 kg at planting+100 kg at stem elongation, N_3: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at stem elongation, N_4: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at ear emergence

Wheat cultivars; G_1: Zarrin, G_2: Pishgam, G_3: Orum, G_4: Zareh and G_5: Mihan

معنی‌دار شدن برهمکنش آبیاری در کود نیتروژن در رقم نشان می‌دهد که ارقام گندم پاسخ متفاوت و معنی‌داری از لحاظ محتوای پروتئین دانه در تیمارهای آبیاری و تیمارهای کود نیتروژن داشتند. گندم رقم

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3]

میهن در برهمکنش تیمار قطع آبیاری در مرحله ظهور سنبله با تیمارهای کودی N_3 و N_4 با ۲۰/۴ درصد، بیشترین میزان پروتئین دانه را داشته و گندم رقم زرین در تیمار آبیاری کامل و تیمار کودی N_1 کمترین میزان پروتئین دانه را داشت (۱۰/۰۲ درصد) (جدول ۶). به نظر می‌رسد که تنش حاصل از قطع آبیاری در گیاه، باعث چروکیدگی دانه‌ها شده و همچنین تقسیط کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد گیاه و فراهمی و جذب آن توسط ریشه‌ها، باعث افزایش میزان پروتئین دانه در رقم میهن شده است. رضایی و همکاران (Rezaei *et al*., 2010) با ارزیابی اثر تنش کمبود آب بر عملکرد و جذب عناصر غذایی ژنوتیپ‌های گندم گزارش دادند که تنش کمبود آب باعث افزایش محتوای پروتئین دانه می‌شود. در یک آزمایش در ایرلند در باره اثر زمان‌های مصرف کود نیتروژن و کود دامی بر کارایی و محتوای نیتروژن دانه گندم زمستانه رقم کوردیال گزارش شد که تقسیط نیتروژن از مرحله طویل شدن ساقه تا مرحله ظهور برگ پرچم، نسبت به مصرف کل نیتروژن در مراحل اولیه طویل شدن ساقه، باعث افزایش ۵۳ درصد در محتوای نیتروژن دانه در سال اول و ۵۶ درصد در سال دوم شد (Efretuei *et al*., 2016).

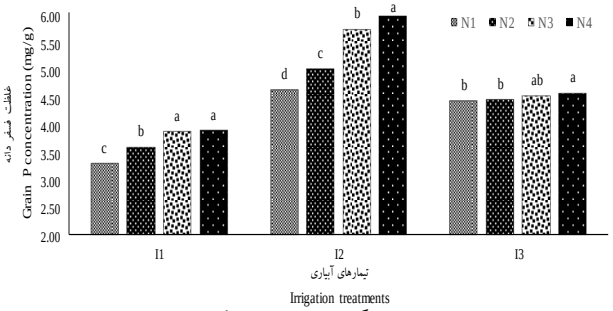
نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در تیمار آبیاری کامل بیشترین غلظت فسفر دانه (۳/۹۲ میلی‌گرم بر گرم) در تیمار کودی N_3 و N_4 بدست آمد و در تیمار قطع آبیاری در مرحله ظهور سنبله و تیمار کودی N_4، غلظت فسفر دانه بیشتر(۶/۰۳ میلی‌گرم در گرم) بود (شکل ۴). رضایی و همکاران (Rezaei *et al*., 2010) نیز در ارزیابی اثر تنش خشکی بر غلظت فسفر دانه گندم اعلام نمودند که با افزایش شدت تنش خشکی غلظت فسفر دانه تا ۱۶ درصد افزایش یافت. در بررسی تاثیر زمان‌های مصرف کود نیتروژن بر غلظت فسفر دانه گزارش شد که در کلیه ارقام مورد ارزیابی، تیمار کودی N_4 بیشترین اثر را بر افزایش غلظت فسفر دانه داشت و در این تیمار بیشترین غلظت فسفر دانه در ارقام میهن و زارع (به‌ترتیب ۵/۴۲ و ۵/۱۱ میلی‌گرم بر گرم) بدست آمد (شکل ۵). به‌نظر می‌رسد که کاهش یا افزایش غلظت نیتروژن اندام‌های گیاهی تاثیر مستقیمی بر محتوای فسفر گیاه دارد. در همین ارتباط دی‌گروت و همکاران (de Groot *et al*., 2003) در بررسی برهمکنش کود نیتروژن و فسفر بر رشد گیاه سیب‌زمینی در محیط کشت ورمیکولیت اعلام نمودند که کاهش غلظت نیتروژن با کاهش غلظت فسفر اندام‌های گیاه همراه است و علت آن را با کاهش سطح سیتوکنین برگ‌ها و کاهش انرژی گیاه در اثر کاهش غلظت فسفر مرتبط دانستند. خمدی و همکاران (Khamadi *et al*., 2015) نیز افزایش جذب فسفر توسط گیاه را از طریق افزایش رشد اندام‌های هوایی و ریشه، بهبود متابولیسم گیاه و افزایش قابلیت استفاده از حلالیت فسفر با مصرف کود نیتروژن را گزارش نمودند.

در هر دو سال آزمایش بیشترین میزان فسفر دانه در رقم میهن در تیمار آبیاری I_3 مشاهده شد، ولی تغییرات غلظت فسفر دانه در ارقام گندم در هر دو سال متفاوت بود، بطوریکه اختلاف بین بیشترین و کمترین غلظت فسفر دانه ارقام گندم در سال اول ۲۵ درصد و در سال دوم ۴۷ درصد بود (جدول ۶). غلظت فسفر دانه گندم رقم میهن در تیمار قطع آبیاری در مرحله ظهور سنبله (I_2) در تیمار کودی N_3، بیشترین مقدار (۶/۷۲ میلی‌گرم برگرم) و در ارقام زرین و پیشگام در تیمار آبیاری کامل و تیمار کودی N_1، کمترین مقدار (۳/۶۱ میلی‌گرم بر گرم) بود (جدول ۷). غلظت فسفر دانه گندم تحت تاثیر عوامل متعددی قرار می‌گیرد که عبارتند از: کاهش وزن دانه گندم بر اثر تنش خشکی که به‌دلیل اثر تغلیظ، غلظت فسفر دانه افزایش می‌یابد (Marschner, 1995)، وقوع تنش خشکی و کاهش رطوبت خاک باعث وقوع همزمان چند فرآیند می‌شود که شامل کاهش انتقال فسفر به سطح ریشه‌ها از طریق پخشیدگی، کاهش سرعت معدنی شدن مواد آلی و

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3]

کاهش آزادسازی فسفات معدنی به محلول خاک و افزایش تثبیت فسفر در خاک به‌دلیل تشکیل رسوب و کاهش قابلیت جذب فسفر خاک بوسیله ریشه‌های گندم می‌باشند (Praba *et al.*, 2009). با توجه به افزایش غلظت فسفر دانه در این آزمایش به نظر می‌رسد که فرآیند اول بر فرآیندهای گروه دوم برتری داشتند.



شکل ۴- میانگین غلظت فسفر دانه ارقام گندم در برهمکنش تیمارهای آبیاری و نیتروژن

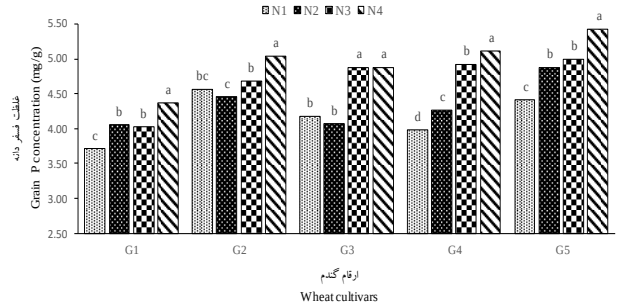
Fig. 4. Mean of grain phosphorous concentration of wheat cultivars in interaction effect of irrigation×nitrogen treatments

I_1: آبیاری کامل، I_2: قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله و I_3: قطع آبیاری از مرحله گلدهی

نیتروژن N_1: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی، N_2: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_3: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+۵۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_4: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله ظهور سنبله

I_1: Full irrigation, I_2: Irrigation withhold after ear emergence, I_3= Irrigation withhold after flowering

Nitrogen N_1: 20 kg at planting+100kg at tillering, N_2:20 kg at planting+100 kg at stem elongation, N_3: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at stem elongation, N_4: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at ear emergence



شکل ۵- میانگین غلظت فسفر دانه ارقام گندم در برهمکنش تیمارهای نیتروژن و رقم

Fig. 5. Mean of grain phosphorous concentration of wheat cultivars in interaction effect of nitrogen×cultivar treatments

نیتروژن N_1: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی، N_2: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_3: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+۵۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_4: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله ظهور سنبله

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

Nitrogen N_1: 20 kg at planting+100kg at tillering, N_2:20 kg at planting+100 kg at stem elongation, N_3: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at stem elongation, N_4: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at ear emergence

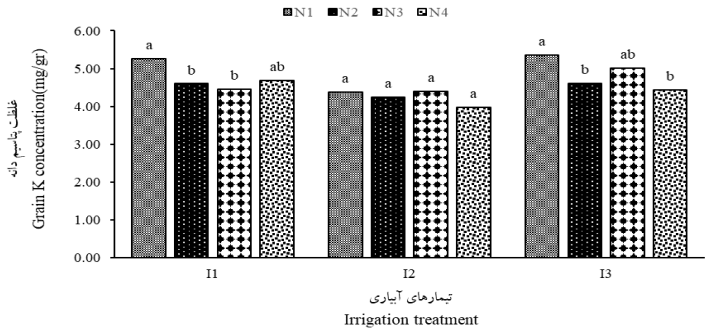
Wheat cultivars; G_1: Zarrin, G_2: Pishgam, G_3: Orum, G_4: Zareh and G_5: Mihan

نتایج نشان داد که بیشترین غلظت پتاسیم دانه در تیمار آبیاری کامل و قطع آبیاری در مرحله ظهور سنبله در تیمار کودی N_1 بدست آمد (به‌ترتیب ۵/۲۶ و ۵/۳۶ میلی‌گرم بر گرم). در کلیه سطوح کودی، غلظت پتاسیم دانه در شرایط تنش شدید خشکی (I_2) نسبت به آبیاری کامل کمتر بود (شکل ۸). بنابراین به‌نظر می‌رسد که غلظت پتاسیم دانه بیشتر تحت تاثیر تنش کمبود آب قرار گرفته و تقسیط کود نیتروژن در شرایط عدم فراهمی آب تاثیر مثبتی بر افزایش غلظت پتاسیم دانه ندارد. خمدی و همکاران (Khamadi *et al.*,2015) نیز در ارزیابی اثر

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3]

بقایای گیاهی و کود نیتروژن بر کیفیت دانه گندم رقم چمران در شرایط آبیاری کامل گزارش کردند که افزایش مصرف کود نیتروژن از ۱۵۰ تا ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار مصرف توام کاه جو و کود سبز باعث افزایش میزان پتاسیم دانه ۳۷ درصد بوده و در تیمار بدون مصرف بقایای گیاهی این افزایش ۱۰/۲ درصد بود. به‌نظر می‌رسد که افزایش مصرف نیتروژن و فراهمی آن در خاک در طول دوره رشد گیاه در شرایط آبیاری کامل باعث افزایش رشد سبزینه‌ای گیاه و باعث افزایش جذب و انتقال پتاسیم به دانه می‌شود. در گیاه گندم حداکثر جذب پتاسیم در زمان ساقه رفتن و گلدهی صورت می‌گیرد و وجود رطوبت کافی در خاک و مصرف نیتروژن در این مراحل می‌تواند به حفظ سبزینگی گیاه و افزایش جذب پتاسیم کمک کند. در این آزمایش نیز در شرایط شرایط تنش شدید خشکی (I_2) علی‌رغم تقسیط و فراهمی نیتروژن، غلظت پتاسیم دانه نسبت به آبیاری کامل کاهش داشت. وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 2005) در ارزیابی اثر تنش کمبود آب و آبیاری تکمیلی بر رشد، عملکرد دانه و جذب عناصر غذایی گندم در شرایط دیم گزارش دادند که آبیاری تکمیلی اثر مثبت و معنی‌داری بر غلظت پتاسیم دانه ندارد.



شکل ۶- میانگین غلظت پتاسیم دانه ارقام گندم در برهمکنش تیمارهای آبیاری و نیتروژن

Fig. 6. Mean of grain phosphorous concentration of wheat cultivars in interaction effect of irrigation×nitrogen treatments

I_1: آبیاری کامل، I_2: قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله و I_3: قطع آبیاری از مرحله گلدهی

نیتروژن N_1: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی، N_2: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_3: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+۵۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_4: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله ظهور سنبله

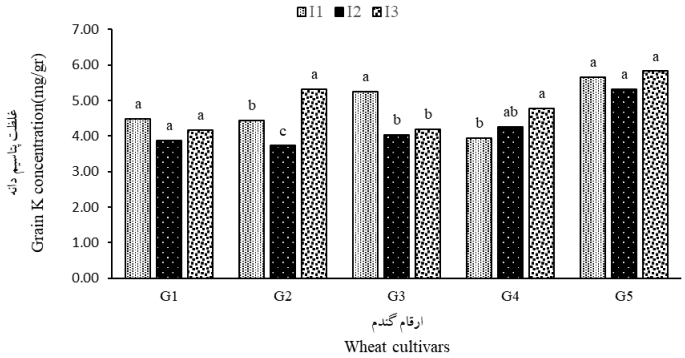
I_1: Full irrigation, I_2: Irrigation withhold after ear emergence, I_3= Irrigation withhold after flowering

Nitrogen N_1: 20 kg at planting+100kg at tillering, N_2:20 kg at planting+100 kg at stem elongation, N_3: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at stem elongation, N_4: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at ear emergence

نتایج نشان داد که در کلیه ارقام گندم، کمترین غلظت پتاسیم دانه در تیمار قطع آبیاری در مرحله ظهور سنبله (I_2) بدست آمد. تغییرات غلظت پتاسیم دانه ارقام گندم در تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی متفاوت بود. قطع آبیاری در ارقام حساس به تنش خشکی مانند زرین (G_1) و اروم (G_3) باعث کاهش غلظت پتاسیم دانه شد، ولی در ارقام متحمل مانند پیشگام، زارع و میهن، افزایش غلظت پتاسیم دانه مشاهده شد (شکل ۷). در بیان اهمیت نقش پتاسیم در شرایط تنش خشکی، چاکماک (Cakmak, 2006) اعلام نمود که در گندم، پتاسیم نقش اساسی در شرایط تنش خشکی دارد و توانایی نگهداری پتاسیم در داخل بافت‌های گیاه برای اصلاح ژنوتیپ‌های متحمل مهم است. رضایی و همکاران (Rezaei *et al.*, 2010) نیز یکی از دلایل افزایش غلظت پتاسیم دانه در ژنوتیپ‌های گندم متحمل به تنش خشکی را در انتقال مجدد مواد فتوسنتزی بیشتر این ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی و انتقال بیشتر پتاسیم به دانه عنوان کردند.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3]



شکل ۷- میانکین غلظت پتاسیم دانه ارقام کندم در برهمکنش تیمارهای ابیاری و رقم

Fig. 7. Mean of grain phosphorous concentration of wheat cultivars in interaction effect of irrigation×cultivar treatments

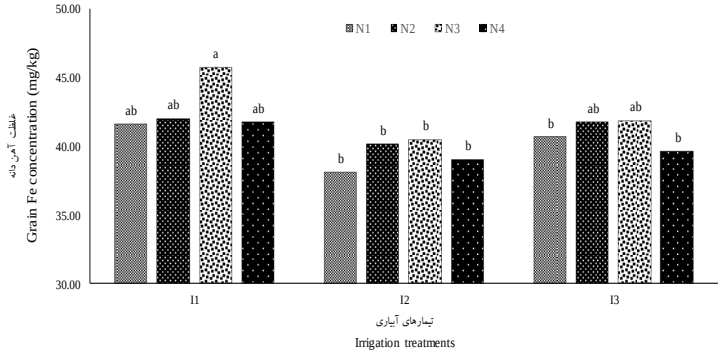
I_1: آبیاری کامل، I_2: قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله و I_3: قطع آبیاری از مرحله گلدهی

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

I_1: Full irrigation, I_2: Irrigation withhold after ear emergence, I_3= Irrigation withhold after flowering

Wheat cultivars; G_1: Zarrin, G_2: Pishgam, G_3: Orum, G_4: Zareh and G_5: Mihan

نتایج نشان داد که بیشترین غلظت آهن دانه (۴۵/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در تیمار آبیاری کامل و تیمار کودی N_3 بدست آمد و در کلیه سطوح آبیاری، غلظت آهن دانه در تیمار کودی (N_3) بیشتر از سایر تیمارها بود (شکل ۸). آهن در فعال‌سازی چند آنزیم مانند فوماریک هیدروژناز، کاتالاز، اکسیداز و سیتوکروم‌ها نقش دارد. در آزمایش حاضر منبع نیتروژن مصرفی کود اوره بود. اوره در اثر تجزیه به آمونیوم تبدیل و باعث اسیدی شدن خاک شده و در نتیجه باعث افزایش حلالیت آهن و جذب بیشتر آن توسط ریشه‌ها می‌شود. نورقلی‌پور و همکاران (Norgolipour *et al*., 2008) در ارزیابی اثر منابع کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت گندم گزارش دادند که با تقسیط کود نیترون تا مرحله طویل شدن ساقه و آبیاری کامل با افزایش جذب نیتروژن، غلظت آهن دانه نیز افزایش یافت.



شکل ۸- میانگین غلظت آهن دانه ارقام گندم در برهمکنش تیمارهای آبیاری و نیتروژن

Fig. 8. Mean of grain Fe concentration of wheat cultivars in interaction effect of irrigation×nitrogen treatments

I_1: آبیاری کامل، I_2: قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله و I_3: قطع آبیاری از مرحله گلدهی

نیتروژن N_1: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی، N_2: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_3: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+۵۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_4: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله ظهور سنبله

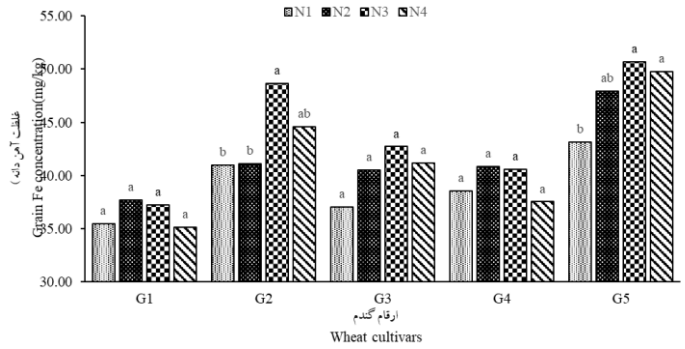
I_1: Full irrigation, I_2: Irrigation withhold after ear emergence, I_3= Irrigation withhold after flowering

Nitrogen N_1: 20 kg at planting+100kg at tillering, N_2:20 kg at planting+100 kg at stem elongation, N_3: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at stem elongation, N_4: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at ear emergence

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3]

غلظت آهن دانه در ارقام گندم پیشگام و میهن در تیمار تقسیط کود نیتروژن تا مرحله طویل شدن ساقه (N_3)، بیشترین مقدار بود (به‌ترتیب ۴۸/۶ و ۵۰/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، ولی در ارقام زرین و زارع با تیمار کودی (N_2)، غلظت آهن بیشتری در دانه مشاهده شد (شکل ۹).



شکل ۹- میانگین غلظت آهن دانه ارقام گندم در برهمکنش تیمارهای نیتروژن و رقم

Fig. 9. Mean of grain Fe concentration of wheat cultivars in interaction effect of nitrogen×cultivar treatments

نیتروژن N_1: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی، N_2: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_3: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+۵۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_4: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله ظهور سنبله

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

Nitrogen N_1: 20 kg at planting+100kg at tillering, N_2:20 kg at planting+100 kg at stem elongation, N_3: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at stem elongation, N_4: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at ear emergence

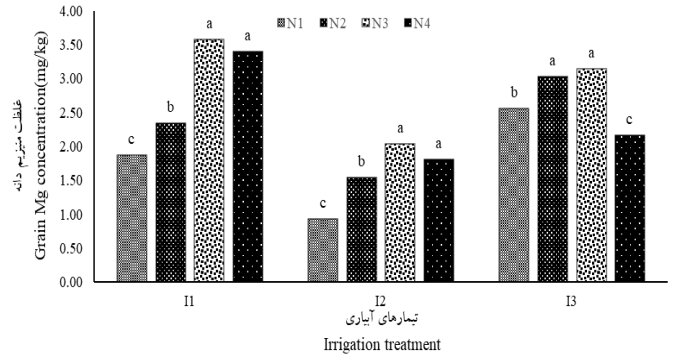
Wheat cultivars; G_1: Zarrin, G_2: Pishgam, G_3: Orum, G_4: Zareh and G_5: Mihan

برهمکنش تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی با تیمار کودی N_3 در رقم میهن با ۵۶/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم، دارای بیشترین غلظت آهن دانه بوده و کمترین مقدار آن (۳۲/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مربوط به رقم زرین در تیمار کودی N_3 و تیمار قطع آبیاری در مرحله ظهور سنبله (I_2) بود (جدول ۷). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در تیمار آبیاری کامل غلظت آهن دانه در کلیه ارقام گندم با تیمار تقسیط کود نیتروژن تا مرحله ظهور سنبله (N_4) افزایش یافته، ولی در تیمار قطع آبیاری در مرحله ظهور سنبله و تنش شدید خشکی، غلظت آهن دانه فقط در ارقام پیشگام و میهن (متحمل به تنش خشکی) در تیمار تقسیط نیتروژن تا مرحله طویل شدن ساقه (N_3) افزایش یافت که دلیل آن هم می‌تواند در قابلیت انتقال مجدد مواد فتوسنتزی و عناصر غذایی ذخیره شده در اندام‌های رویشی قبل از گلدهی به دانه باشد.

نتایج نشان داد که غلظت منیزیم دانه در تیمارهای قطع آبیاری با تقسیط کود نیتروژن تا مرحله طویل شدن ساقه (N_3) افزایش یافته و مصرف کود نیتروژن تا مرحله گلدهی (N_4) تاثیری بر افزایش منیزیم دانه نداشت. بیشترین غلظت منیزیم دانه (۳/۵۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در تیمار آبیاری کامل با تیمار کودی N_3 بدست آمد (شکل ۱۰). به‌نظر می‌رسد که کاهش غلظت منیزیم دانه در شرایط تنش کمبود آب ناشی از کاهش انتقال منیزیم به سطح ریشه‌ها از طریق پخشیدگی، کاهش سرعت معدنی شدن مواد آلی و کاهش آزادسازی منیزیم به محلول خاک و در نتیجه کاهش منیزیم دانه باشد. رضایی و همکاران (Rezaei *et al.*, 2010) در ارزیابی ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش کمبود آب گزارش کردند که افزایش فواصل آبیاری از ۷۰ به ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، باعث کاهش غلظت منیزیم دانه تا ۲۲ درصد شد.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3]



شکل ۱۰- میانگین غلظت منیزیم دانه ارقام گندم در برهمکنش تیمارهای آبیاری و نیتروژن

Fig. 10. Mean of grain Mg concentration of wheat cultivars in interaction effect of irrigation×nitrogen treatments

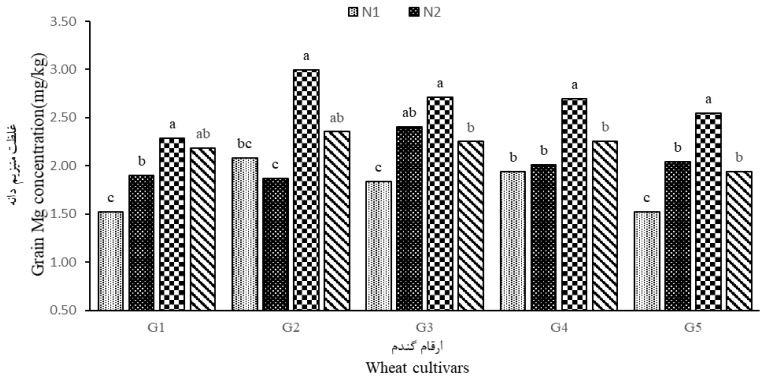
I_1: آبیاری کامل، I_2: قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله و I_3: قطع آبیاری از مرحله گلدهی

نیتروژن N_1: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی، N_2: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_3: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+۵۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_4: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله ظهور سنبله

I_1: Full irrigation, I_2: Irrigation withhold after ear emergence, I_3= Irrigation withhold after flowering

Nitrogen N_1: 20 kg at planting+100kg at tillering, N_2:20 kg at planting+100 kg at stem elongation, N_3: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at stem elongation, N_4: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at ear emergence

در کلیه ارقام گندم، تیمار تقسیط کود نیتروژن تا مرحله طویل شدن ساقه (N_3) بیشترین غلظت منیزیم دانه را داشتند. غلظت منیزیم دانه در ارقام گندم به‌غیر از رقم پیشگام، در تیمارهای کودی مشابه بود. رقم پیشگام در تیمار کودی (N_2)، کمترین غلظت منیزیم دانه (۱/۸۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) را داشت، ولی در سایر ارقام، تیمار عدم تقسیط کود نیتروژن (N_1) کمترین مقدار منیزیم دانه را داشتند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- میانگین غلظت منیزیم دانه ارقام گندم در برهمکنش تیمارهای نیتروژن و رقم

Fig. 11. Mean of grain Mg concentration of wheat cultivars in interaction effect of nitrogen×cultivar treatments

نیتروژن N_1: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی، N_2: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_3: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+۵۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_4: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله ظهور سنبله

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

Nitrogen N_1: 20 kg at planting+100kg at tillering, N_2:20 kg at planting+100 kg at stem elongation, N_3: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at stem elongation, N_4: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at ear emergence

Wheat cultivars; G_1: Zarrin, G_2: Pishgam, G_3: Orum, G_4: Zareh and G_5: Mihan

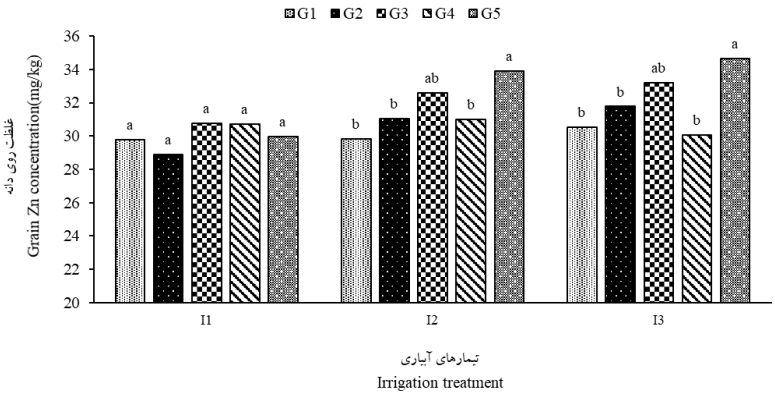
[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3]

برهمکنش تیمار آبیاری کامل با تیمار کودی N_3 در رقم پیشگام با ۴/۶۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم، دارای بیشترین غلظت منیزیم دانه بوده و کمترین مقدار آن (۰/۶۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مربوط به رقم زرین در تیمار کودی N_1 و قطع آبیاری در مرحله ظهور سنبله (I_2) بود (جدول ۷). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در تیمار آبیاری کامل و تنش کمبود آب، غلظت منیزیم دانه، در کلیه ارقام گندم با تقسیط کود نیتروژن در تیمارهای N_3 و N_4 افزایش یافت. منیزیم به‌عنوان کوفاکتور یا فعال کننده آنزیم‌ها، متابولیسم گیاه را در شرایط تنش کنترل می‌نماید (Cakmak and Kirkby., 2008). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با تقسیط نیتروژن می‌توان تا حدودی جذب و افزایش غلظت منیزیم را در شرایط تنش کمبود آب بهبود داد.

نتایج نشان داد که غلظت روی دانه در ارقام گندم، به‌غیر از رقم زارع، با اعمال تیمارهای قطع آبیاری افزایش یافت. بیشترین افزایش غلظت روی دانه با ۱۶ درصد در تیمارهای قطع آبیاری (۳۴/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) نسبت به آبیاری کامل (۲۹/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در رقم میهن مشاهده شد (شکل ۱۲). روی در ترکیب و فعالیت آنزیم‌ها به‌خصوص در شرایط تنش مشارکت دارد، بنابراین افزایش غلظت روی دانه در شرایط تنش کمبود آب می‌تواند به همین دلیل باشد.

عنصر روی در ساختمان ۲۰۰ نوع آنزیم و پروتئین مشارکت داشته و کمبود آن فعالیت چندین آنزیم مهم از جمله فسفاتازها، الکل دهیدروژناز، دیمیدین کیناز، کربوکسی پپتیداز و RNA و DNAپلیمراز را کاهش می‌دهد (Graham , 2004). حسین و همکاران (Hussein *et al.*, 2013) در بررسی اثر تنش خشکی و مصرف کود سرک نیتروژن در جو گزارش دادند که کمبود آب در مرحله طویل شدن ساقه نسبت به آبیاری کامل باعث افزایش غلظت روی دانه تا ۱۹ درصد گردید.



شکل ۱۲- میانگین غلظت روی دانه ارقام گندم در برهمکنش تیمارهای آبیاری و رقم

Fig. 12. Mean of grain Zn concentration of wheat cultivars in interaction effect of irrigation×cultivar treatments

I_1: آبیاری کامل، I_2: قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله و I_3: قطع آبیاری از مرحله گلدهی

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

I_1: Full irrigation, I_2: Irrigation withhold after ear emergence, I_3= Irrigation withhold after flowering

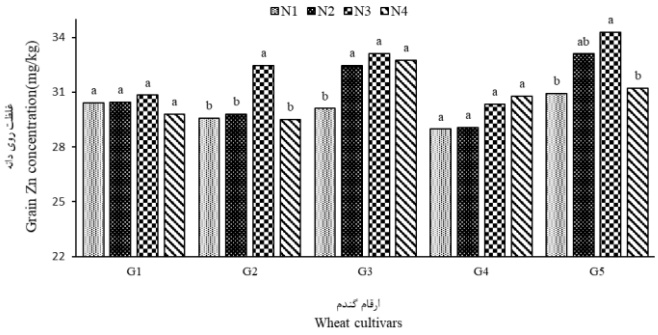
Wheat cultivars; G_1: Zarrin, G_2: Pishgam, G_3: Orum, G_4: Zareh and G_5: Mihan

بیشترین غلظت روی دانه در ارقام گندم در تیمار تقسیط کود نیتروژن تا مرحله طویل شدن ساقه (N_3) مشاهده شد، با این حال در کلیه ارقام، تیمار تقسیط نیتروژن N_1 کمترین مقدار غلظت روی دانه را داشت (شکل ۱۳). نتایج سایر تحقیقات نشان می‌دهد که نیتروژن از دو طریق بر قابلیت استفاده از روی اثر دارد؛ افزایش

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3]

تشکیل پروتئین‌ها و ایجاد کمپلکس روی- پروتئین که می‌تواند باعث نگهداری روی در ریشه‌ها شود و همچنین اسیدی شدن محیط اطراف ریشه که باعث افزایش قابلیت استفاده روی می‌شود (Manasek *et al*., 2013).



شکل ۱۳- میانگین غلظت روی دانه ارقام گندم در برهمکنش تیمارهای نیتروژن و رقم

Fig. 13. Mean of grain Zn concentration of wheat cultivars in interaction effect of nitrogen×cultivar treatments

نیتروژن N_1: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی، N_2: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_3: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+۵۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_4: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله ظهور سنبله

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

Nitrogen N_1: 20 kg at planting+100kg at tillering, N_2:20 kg at planting+100 kg at stem elongation, N_3: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at stem elongation, N_4: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at ear emergence

Wheat cultivars; G_1: Zarrin, G_2: Pishgam, G_3: Orum, G_4: Zareh and G_5: Mihan

نتایج نشان داد که در سال اول آزمایش بیشترین غلظت روی دانه در رقم اروم و در سال دوم در رقم میهن در تیمار آبیاری I_2 مشاهده شد. تفاوت بین کمترین و بیشترین غلظت روی دانه بین ارقام گندم در سال اول ۶۵ و در سال دوم ۴۷ درصد بود (جدول ۶). محققان تأثیر مثبت کلات روی بر افزایش مقاومت به تنش خشکی گندم را گزارش کرده‌اند (Dehghanian and. Madandoost, 2008).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این تحقیق در مناطق سرد کشور با شرایط آب و هوایی مشابه محل اجرای آزمایش، در صورت فراهم بودن آب کافی تا انتهای دوره رویش، تقسیط دو مرحله‌ای کود نیتروژن (N_1) (۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی) اثر کمتری بر افزایش میزان پروتئین دانه (۱۱/۸ درصد)، فسفر دانه (۲/۳۲ میلی‌گرم برگرم) و آهن و منیزیم دانه (به‌ترتیب ۴۱/۶ و ۱/۸۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) داشت و افزایش دفعات تقسیط نیتروژن (تیمارهای کودی N_3 و N_4) (به‌ترتیب ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+۵۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه و ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله ظهور سنبله) علاوه بر افزایش محتوای پروتئین دانه (۱۳/۴ درصد)، فسفر (۳/۹۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، آهن (۴۵/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و منیزیم دانه (۳/۵۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) نیز افزایش یافتند. میزان افزایش پروتئین، فسفر، آهن و منیزیم دانه در اقام حساس به تنش (زرین و اروم) در تیمار آبیاری کامل در تیمارهای کودی N_3 و N_4 نسبت به تیمار N_1 به‌ترتیب تا ۲۹، ۵۵، ۲۱ و ۶۷ درصد و در رقم متحمل به تنش کمبود آب میهن به ترتیب تا ۶، ۲۵، ۲۰ و ۲۵ درصد بود. به‌نظر می‌رسد که در ارقام گندم متحمل به تنش خشکی سیستم ریشه‌ای گسترده‌تر، انتقال مجدد مواد فتوسنزی

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3]

جدول ۵- میانگین غلظت عناصر غذایی دانه ارقام گندم در برهمکنش تیمارهای سال وآبیاری و رقم

Table 5. Mean of grain nutrient concentration of wheat cultivars in interaction effect of year×irrigation×cultivar treatments

سال Year	آبیاری Irrigation	ارقام گندم Wheat cultivars	فسفر P ($mg.g^{-1}$)	پتاسیم K ($mg.g^{-1}$)	روی Zn ($mg.kg^{-1}$)	عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)
۱۳۹۲-۹۳ 2013-2014	I_1	Zarrin	3.85a	3.59b	29.2a	7418a
		Pishgham	3.65a	4.39a	23.2a	8201a
		Orum	3.68a	5.00a	27.3a	7715a
		Zareh	3.97a	3.68b	29.9a	7601a
		Mihan	1.14b	5.40a	26.5a	8533a
	I_2	Zarrin	3.92d	3.12b	29.7b	3558b
		Pishgham	4.59b	3.63b	29.9b	5919a
		Orum	4.42b	3.77b	38.4a	3222b
		Zareh	4.16c	3.69b	30.4b	5635a
		Mihan	4.85a	5.42a	31.6ab	5904a
	I_3	Zarrin	4.24a	3.92b	31.6a	6549a
		Pishgham	4.43a	3.93b	35.1a	6833a
		Orum	4.08b	4.03b	29.4a	6360a
		Zareh	4.36a	4.50ab	29.5a	6719a
		Mihan	4.35a	5.73a	34.7a	6878a
۱۳۹۳-۹۴ 2014-2015	I_1	Zarrin	3.97b	4.76bc	26.5b	6258b
		Pishgham	3.76b	4.47c	26.3b	8444a
		Orum	3.79b	5.49ab	34.1a	5903b
		Zareh	4.09ab	4.21c	31.4a	6557b
		Mihan	4.27a	6.51a	29.4a	8925a
	I_2	Zarrin	5.70d	4.16b	33.9a	5313c
		Pishgham	6.66b	4.34b	33.1a	7366a
		Orum	6.42b	4.28b	36.7a	6629b
		Zareh	6.04c	4.81ab	31.5a	7018b
		Mihan	7.04a	5.22a	38.7a	7799a
	I_3	Zarrin	4.80ab	4.40b	34.4a	5628c
		Pishgham	5.02a	6.71a	32.3a	7609a
		Orum	4.62b	4.35b	36.9a	6465b
		Zareh	4.86a	5.04b	30.5a	7250ab
		Mihan	4.92a	5.93a	34.6a	7600a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Tukey's Test

I_1: آبیاری کامل، I_2: قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله و I_3: قطع آبیاری از مرحله گلدهی

I_1: Full irrigation, I_2: Irrigation withhold after ear emergence, I_3= Irrigation withhold after flowering

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3]

جدول ۶- میانگین غلظت عناصر غذایی دانه ارقام گندم در برهمکنش تیمارهای آبیاری و نیتروژن و رقم

Table 6. Mean of grain nutrient concentration of wheat cultivars in interaction effect of irrigation nitrogen cultivar treatments

آبیاری Irrigation	نیتروژن Nitrogen	ارقام گندم Wheat cultivars	فسفر P(mg.g^{-1})	آهن Fe (mg.kg^{-1})	منیزیم Mg(mg.kg^{-1})	محتوی پروتئین دانه Grain protein content (%)
	N1	Zarrin	3.16k	32.6f	1.56f	10.0k
	N1	Pishgham	3.16k	42.9a-f	1.77ef	11.1i
	N1	Orum	3.62ghi	37.5d-f	1.77ef	10.4j
	N1	Zareh	3.27jk	48.9b-c	2.18de	12.7ef
	N1	Mihan	3.93ef	45.9a-e	2.08def	14.7b
	N2	Zarrin	3.62ghi	43.5a-f	2.29cde	12.4f
	N2	Pishgham	3.51hij	42.7b-f	2.79bc	12.0g
	N2	Orum	3.39ihk	50.2ab	2.18de	11.8h
	N2	Zareh	3.74fgh	36.8ef	2.49bcd	13.1d
	N2	Mihan	3.85fg	49.8a-c	2.49bcd	15.3a
I_1	N3	Zarrin	3.97ef	39.0c-f	2.29cde	12.9de
	N3	Pishgham	3.85fg	50.7ab	4.69a	12.9de
	N3	Orum	3.74 fgh	41.2b-f	2.60bcd	11.8h
	N3	Zareh	3.74 fgh	41.3b-f	4.93a	14.0c
	N3	Mihan	3.74fgh	48.1a-d	2.39cd	15.6a
	N4	Zarrin	4.90c	35.6ef	2.60bcd	12.3fg
	N4	Pishgham	4.32d	48.5a-d	2.49bcd	11.8h
	N4	Orum	4.20de	42.0b-f	3.01b	12.2g
	N4	Zareh	5.36b	39.8b-f	2.60bcd	13.1d
	N4	Mihan	5.83a	53.9a	2.39cd	15.6a
	N1	Zarrin	4.17i	41.6a-f	0.62i	14.9l
	N1	Pishgham	5.57de	36.3d-f	0.93ghi	16.1g
	N1	Orum	4.40hi	36.7c-f	1.14f-i	17.1efg
	N1	Zareh	4.29i	48.2ab	1.25e-h	16.2ij
	N1	Mihan	4.87fg	47.4a-c	0.73hi	20.1ab
	N2	Zarrin	5.33d	42.8a-f	1.35d-g	15.6k
	N2	Pishgham	4.98ef	37.6b-f	1.46c-g	16.5hi
	N2	Orum	4.64gh	35.8ef	1.56b-f	17.1efg
	N2	Zareh	4.29i	45.4a-e	1.66b-f	17.4e
	N2	Mihan	6.03b	47.1a-d	1.66b-f	19.8b
I_2	N3	Zarrin	3.60j	32.4f	1.97abc	16.2ij
	N3	Pishgham	3.80j	43.7a-e	2.08ab	18.9c
	N3	Orum	6.61a	39.4a-f	2.29a	17.2ef
	N3	Zareh	6.14b	35.4ef	1.97abc	17.9d
	N3	Mihan	6.72a	47.1a-d	1.87a-d	20.4a
	N4	Zarrin	6.14b	35.3ef	1.66b-e	20.4a
	N4	Pishgham	6.14b	42.4a-f	1.87a-d	16.9fg
	N4	Orum	6.03b	40.3a-f	1.87a-d	16.8gh
	N4	Zareh	5.68c	36.5c-f	1.87a-d	17.9d
	N4	Mihan	6.14b	50.5a	1.77b-e	22.1ij
	N1	Zarrin	4.49cde	41.0b-h	2.29cde	13.2ghi
	N1	Pishgham	4.98a	43.6b-h	3.55b	12.9ij
	N1	Orum	4.52cde	36.6e-h	2.60cd	12.9ij
	N1	Zareh	4.40def	39.4c-h	2.39cde	12.9ij
	N1	Mihan	4.40def	47.9a-d	1.87ef	15.9c
	N2	Zarrin	4.40def	32.6h	2.08def	13.1hij
	N2	Pishgham	4.87ab	42.9b-h	1.87ef	13.1hij
	N2	Orum	4.17f	50.4a-c	4.38a	12.8j
	N2	Zareh	4.75abc	46.2a-f	1.87ef	14.1de
I_3	N2	Mihan	4.75abc	46.7a-f	1.97ef	16.5b
	N3	Zarrin	4.52cde	37.2d-g	2.60cd	14.0e
	N3	Pishgham	4.40def	51.4ab	2.08def	14.4d
	N3	Orum	4.29ef	47.3a-e	3.84ab	13.1hij
	N3	Zareh	4.87ab	36.0fg	2.08def	13.2dhi
	N3	Mihan	4.52cde	56.7a	2.18c-f	16.2bc
	N4	Zarrin	4.75abc	34.4gh	2.29cde	13.2dhi
	N4	Pishgham	4.64bcd	42.6b-h	2.70c	13.4gh
	N4	Orum	4.40def	41.1b-h	1.87ef	13.5fg
	N4	Zareh	4.29ef	36.1f-h	2.29cde	13.8ef
	N4	Mihan	4.29ef	44.8b-g	1.66f	17.9a

در هر ستون میانگین‌هایی که با حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significant different at the 5% probability level, using Tukey's Test

I_1: آبیاری کامل، I_2: قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبله و I_3: قطع آبیاری از مرحله گلدهی

نیتروژن N_1: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی، N_2: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_3: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+۵۰ کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه، N_4: ۲۰ کیلوگرم در زمان کاشت+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی+ ۵۰ کیلوگرم در مرحله ظهور سنبله

I_1: Full irrigation, I_2: Irrigation withhold after ear emergence, I_3= Irrigation withhold after flowering

Nitrogen N_1: 20 kg at planting+100kg at tillering, N_2:20 kg at planting+100 kg at stem elongation, N_3: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at stem elongation, N_4: 20 kg at planting+50 kg at tillering+50 kg at ear emergence

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3]

بیشتر و ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه در جذب و انتقال مواد غذایی و انباشت آنها در دانه نسبت به ارقام حساس کارآمدتر است. در شرایط کمبود آب انتهای فصل رشد مصرف نیتروژن تا مرحله طویل شدن ساقه (تیمار کودی N_3) بیش‌ترین تاثیر را بر پروتئین (۱۸/۱ درصد)، فسفر (۵/۷۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، آهن (۴۰/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و منیزیم دانه (۲/۰۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) داشته و همانند شرایط آبیاری کامل، تیمار کودی N_1 تاثیر کم‌تری بر کیفیت دانه داشت. در شرایط تنش شدید کمبود آب، تقسیط نیتروژن تا مرحله ظهور سنبله (تیمار کودی N_4) اثر کمتری بر افزایش محتوی عناصر غذایی و کیفیت دانه داشت، بنابراین به نظر می‌رسد که در شرایط عدم اطمینان از فراهم بودن آب کافی برای آبیاری (بر اساس اطلاعات بارندگی منطقه و ذخایر آب موجود و آب‌های زیرزمینی) مصرف کود نیتروژن تا قبل از ظهور سنبله انجام شود. با توجه به اینکه تعداد دفعات کمتر تقسیط کود نیتروژن باعث کاهش کمیت و کیفیت دانه ارقام گندم شد، با مدیریت مناسب تقسیط کود نیتروژن در شرایط آبیاری کامل و کمبود آب و کاشت ارقامی مانند پیشگام و میهن، می‌توان عملکرد و کیفیت دانه گندم تولیدی را در مناطق سرد کشور افزایش داد.

منابع مورد استفاده

References

Ahmadi, A., H. Isvand and K. Postini. 2006. Intraction of drought stress and nitrogen application timing on yield and physiological traits in winter wheat. Iran. J. Field Crops Sci. 37: 113-123. (In Persian with English abstract).

Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Rase and M. Smith. 1994. Crop evapotranspiration- Guidenlines computing crop water requirments- FAO. United Nations.

Cakmak, I. 2006. Role of mineral nutrients in tolerance of crop plant to environmental stress factors. Sabanci University, Faculty of Engineering and Natural Science, Istanbul, Turkey.

Cakmak, I. and E. Kirkby. 2008. Role of magnesium in carbon partitioning and alleviating photooxidative damage. Physiol. Planta. 133: 692-704.

de Groot, C.C., L.F.M. Marcelis, R. van den Boogaard, W.M. Kaiser and H. Lambers. 2003. Interaction of nitrogen and phosphorus nutrition in determining growth. Plant Soil. 248: 257–268.

Dehghanian, M. and M. Madandoost. 2008. Effect of zinc chelate on drought tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.). J. Water Soil Sci. 12(45): 393-401.

Efretuei, A., M. Gooding, E. White, J. Spink and R. Hackett. 2016. Effect of nitrogen fertilizer application timing on nitrogen use efficiency and grain yield of winter wheat in Ireland. Irish J. Agric. Food Res. 55(1): 63-73.

Graham, A.W. 2004. Effects of zinc nutrition and high temperature on the growth, yield and grain quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). Ph.D Thesis, The University of Adelaide, Waite Campus, South Australia.

Gupta, P.K. 2000. Soil, plant, water and fertilizer analysis. Agrobios, New Dehli, India.

Hussein, M.M., A. Safaa, A. mahmoud and A.S. Taalab. 2013. Yield and nutrient status of barley plant in response to foliar application of fertilizers under water deficit conditions. J. Appl. Sci. Res. 9(7): 4388-4396.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3]

Khamadi, F., M. Mesgarbashi, P. Hasibi, M. Farzaneh and N. Enayatzamir. 2015. Influence of crop residue and nitrogen levels on nutrient content in grain wheat. Agron. J. (Pajouhesh & Sazandegi). 108: 158-166. (In Persian with English abstract).

Kheirabi, J., A.R, Tavakkoli, M.R. Entesari and A.R. Salamat. 1996. Deficit irrigation manual. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage Press (In Persian).

Malakouti, M.J., I. Kalantari, A. Malakouti. 2005. The need for a new outlook to prevent cell hunger by enriching agricultural crops instead of supplying society's daily calories. Technical Bulletin No. 408. Soil and Water Research Institute. Sana Publication Co., Ministry of Jihad-e- Agriculture. (In Persian).

Malakouti, M.J., P. Keshavar and N. Karimian. 2008. A comprehensive approach towards identification of nutrients deficiencies and optimal fertilization for sustainable agriculture. Tarbiat Modares University Press. (In Persian).

Manasek, J., T. Losak, K. Prokes, J. Hlusek, M. Vitezova, P. Skarpa and R. Filipcik. 2013. Effect of nitrogen and potassium fertilization on micronutrient content in grain maize (*Zea mays* L.). Acta Universitatis Agriculturaeet Silviculturae Mendelianae Brunensis. 1: 123–128.

Marschner, H. 1995. The soil – root interface (rhizosphere) in relation to mineral nutrition. *In:* Mineral Nutrient of Higher Plants. Academic Press, London.

Mousavi, S.K., M. Feizian and A. Ahmadi. 2012. Influence of nitrogen fertilizer techniques on morphological traits and winter wheat production in dryland conditions of Lorestan province. Iran. J. Field Crops Res. 10(3): 532-545. (In Persian with English abstract).

Norgolipour, F., Y.R. Baghere and M. Lotfolahi. 2008. Effect of different sources of nitrogen fertilizer on yield and quality of wheat. J. Res. Agric. Sci. 2: 120-129.

Praba, M. L., J. E. Carins, R. C. Babu and H. R. Lafitte. 2009. Identification of physiological traits underlying cultivar differences in drought tolerance in rice and wheat. Crop Sci. 195: 30- 46.

Rezaei, M., S. Zehtab-Salmasi, N. Najafi, K. Ghassemi-Golezani and M. Jalal Kamali. 2010. Effects of water deficit on nutrient content and grain protein of bread wheat genotypes. J. Food Agric. Environ. 8(3): 132-136.

Shahrasbi, S., Y. Emam, A. Ronaghi and H. Pirasteh-Anosheh. 2015. Effect of drought stress and nitrogen fertilizer on grain yield and agronomic nitrogen use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Sirvan) in Fars Province, Iran conditions. Iran. J. Crop Sci. 17(4): 349 -363. (In Persian with English abstract).

Shi, R., Y. Zhang, X. Chen, Q. Sun, F. Zhang, V. Rcemheld and C. Zou. 2010. Influence of long-term nitrogen fertilization on micronutrient density in grain of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). J. Cereal Sci. 51: 165–170.

Tavakoli, A. 2012. Correlation coefficient, path analysis and drought tolerance indices for wheat under deficit irrigation conditions and nitrogen levels. Iran. J. Field Crops Res. 10(2): 198-206. (In Persian with English

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3]

abstract).

Voltas, J., I, Romagosa and J.L. Araus. 1997. Grain size and nitrogen accumulation in sink-reduction barley under Mediterranean conditions. Field Crops Res. 52: 117-126.

Walinga, I., W. Van Vark, V.J.G. Houba and J.J. Van der Lee. 1989. Plant analysis procedures. Department of Soil Science and Plant Nutrition, Wageningen Agricultural University, Wageningen, the Netherlands.

Wang, Z., S. Li, C.L. Vera and S.C. Malhi. 2005. Effects of water deficit and supplemental irrigation on winter wheat growth, grain yield and quality, nutrient uptake and residual mineral nitrogen in soil. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 36: 1405-1419.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3]

Effect of the timing of nitrogen fertilizer application on grain yield and quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under terminal drought stress conditions

Rezaei Moradala, M.[1], A.R. Eivazi[2], S. Mohammadi[3] and F. Ghani Shayesteh[4]

ABSTRACT

Rezaei Moradala, M., A.R. Eivazi, S. Mohammadi and F. Ghani Shayesteh. 2022. Effect of the timing of nitrogen fertilizer application on grain yield and quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under terminal drought stress conditions**. Iranian Journal of Crop Sciences. 23(4): 320-340. (In Persian).**

To investigate the effect of the timing of nitrogen fertilizer application on grain yield and quality of bread wheat cultivars under terminal drought stress conditions, two field experiments were conducted at Agricultural Research Station of Miandoab in West Azerbaijan, Iran, in 2013-2014 and 2014-2015 cropping seasons. Experimental treatments were arranged as split plot factorial in randomized complete block design with three replications. Irrigation levels I_1 = full irrigation, I_2 = irrigation withholding from heading, I_3 = irrigation witholding from anthesis stage) were assigned to main plots, 120 kg.ha^{-1} nitrogen at four application times (N_1=20 kg.ha^{-1} at planting and 100 kg.ha^{-1} at the tillerign stage, N_2 = 20 kg.ha^{-1} at the planting and 100 kg.ha^{-1} at stem elongation stage, N_3 = 20 kg.ha^{-1} at the planting, 50 kg.ha^{-1} at the tillering stage with 50 kg.ha^{-1} at stem elongation stage, N_4 = 20 kg.ha^{-1} at planting, 50 kg.ha^{-1} at tillering stage with 50 kg.ha^{-1} at heading stage) and five bread wheat cultivars (G_1 = Zarrin, G_2 = Pishgam, G_3 = Orum, G_4 = Zareh and G_5 = Mihan) as factorial were randomized in subplots. Results showd that under terminal drought stress conditions (I_2), concentrations of N, P and Zn of grain increased by 23%, 37% and 18%, respectively, however severe water shortage also reduced the concentrations of potassium (11%) and magnesium (45%). The timing of N_3 and N_4 fertilizer application times increased N, P, Fe and Mg concentrations of grain, while in the N_1 fertilizer application time, only K concentration of grain increased. The highest amounts of N, P, Fe, Zn and Mg in severe water stress conditions (I_2) were observed in the N_3 fertilizer application time with drought tolerant cultivars cv. Mihan and cv. Pishgam, however under full irrigation conditions the distribution of nitrogen at spike emergence stage (N_4) increased N, P and Mg contents of grain. The highest grain yield (7026 kg.ha^{-1}) obtained under N_3 nitrogen fertilizer application time. The results of this experiment showed that with integrating of appropriate timing of nitrogen fertilizer application under terminal drought stress conditions and planting of new improved cultivars such as cv. Pishgam and cv. Mihan, bread wheat grain yield and its quality can be improved, in areas with similar environmental conditions.

Key words: Irrigation withholding, Nitrogen split application, Stem elongation, Tillering and Wheat

Received: February, 2021 Accepted: May, 2021

1. Associate Prof., West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Urmia, Iran (Corresponding author) (Email: Rezaei54@yahoo.com)
2. Assisatant Prof., West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Urmia, Iran
3. Associate Prof., West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Urmia, Iran
4. Researcher, West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Urmia, Iran

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.4.3.3]