اثر آبیاری تکمیلی و کود نیتروژن بر شاخص‌های رشدی دو رقم گندم دیم در شرایط کرمانشاه

حمزه فعله‌کری*[۱]، محمد اقبال‌قبادی[۲]، غلامرضا محمدی[۳]، سعید جلالی‌هنرمند[۴]، مختار قبادی[۵] و محسن سعیدی[۶]

۱) دانشجوی دکتری گروه فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.
۲، ۴، ۵ و ۶) استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.
۳) دانشیار دانشگاه گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.

* **نویسنده مسئول:** Hamze1365@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۱/۱۹ **تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۴/۰۱**

چکیده

به منظور بررسی اثر آبیاری تکمیلی و سطوح مختلف کود نیتروژن بر شاخص‌های رشدی دو رقم گندم دیم، این آزمایش به‌صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه انجام گرفت. تیمارهای این آزمایش شامل آبیاری تکمیلی به‌عنوان فاکتور اصلی در چهار سطح (دیم و آبیاری تکمیلی در مراحل آبستنی، گرده‌افشانی و پر شدن دانه)، کود نیتروژن خالص به‌عنوان فاکتور فرعی در چهار سطح (بدون کود، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و دو رقم گندم دیم (سرداری و کراس البرز) در کرت فرعی فرعی قرار گرفتند. صفات اندازه‌گیری شده شامل ماده خشک کل، شاخص سطح برگ، سرعت رشد نسبی، سرعت جذب خالص، سرعت رشد محصول، ماده خشک برگ، عملکرد دانه، طول دانه، قطر دانه و طول پدانکل بودند. بیش‌ترین و کم‌ترین شاخص سطح برگ به ترتیب به آبیاری تکمیلی در مراحل گرده‌افشانی و شرایط دیم اختصاص داشت. با آبیاری تکمیلی در مرحله آبستنی حداکثر سرعت جذب خالص به‌دست آمد، اما آبیاری تکمیلی نسبت به شرایط شاهد (دیم) بیش‌ترین سرعت رشد نسبی را باعث شد. تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار شاخص سطح برگ بالاتر و تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سرعت جذب خالص و سرعت رشد نسبی بیش‌تری تولید کردند. بیش‌ترین عملکرد دانه در آبیاری تکمیلی در زمان گرده‌افشانی و آبستنی به ترتیب با ۳۶۲۲ و ۳۵۲۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن باعث تولید بیش‌ترین عملکرد دانه (۳۳۵۰ کیلوگرم در هکتار) گردید. رقم گندم کراس البرز (۳۳۷۸ کیلوگرم در هکتار) از عملکرد دانه بیش‌تری نسبت به رقم سرداری (۲۹۸۲ کیلوگرم در هکتار) برخوردار بود. حداکثر طول و قطر دانه با آبیاری تکمیلی در مرحله گرده‌افشانی به‌دست آمد، اما حداکثر طول پدانکل با آبیاری در مرحله آبستنی حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های رشدی، نیتروژن، آبیاری تکمیلی، گندم.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.7.9]

مقدمه

رشد مفهومی اساسی در گیاهان است و به افزایش تدریجی در اندازه و تعداد سلول‌ها اطلاق می‌شود. فرایند رشد و نمو با جوانه‌زنی بذر شروع و تا زمان برداشت ادامه می‌یابد. همراه با تمامی عوامل محیطی، شرایط مناسب از نظر رطوبتی و تغذیه‌ای رشد را افزایش می‌دهد. در مناطق خشک و نیمه‌خشک آب به‌عنوان یک عامل محدودکننده رشد گیاهان به حساب می‌آید. کمبود آب با کاهش جذب عناصر غذایی از جمله نیتروژن مقدمات کاهش رشد و به تبع آن عملکرد را فراهم می‌کند. پارامترهای رشد از قبیل شاخص سطح برگ، سرعت رشد نسبی، نسبت جذب خالص و ... بسیار تحت اثر مصرف آب و اعمال کود قرار می‌گیرند. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که در گندم گرده‌افشانی حساس‌ترین مرحله نسبت به تنش خشکی است و عملکرد دانه را به این دلیل که تعداد گل‌های کم‌تری می‌توانند تحت این شرایط تشکیل شوند به شدت کاهش می‌دهد (Shearman *et al*., 2005; Takai *et al*., 2006). Bavec و Bavec (۲۰۰۲) گزارش کردند که شاخص‌های فیزیولوژیک از قبیل سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی، نسبت جذب خالص و... تحت شرایط آبیاری نامناسب کاهش می‌یابد. Hongbo و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که میزان رشد نسبی و فتوسنتز خالص در اوایل فصل رشد آغاز می‌شود و در حداکثر مقدار خود است و با افزایش سن گیاه کاهش می‌یابد. سرعت رشد محصول و دوام آن همراه با شاخص سطح برگ در ترکیب با دیگر عوامل رویشی و زایشی اثر معنی‌داری بر حصول عملکرد بالا دارند (Kirda *et al*., 2001; Hengjia *et al*., 2009). f (۲۰۰۲) و Araus و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که تنش خشکی سرعت رشد محصول را کاهش می‌دهد. Jia و همکاران (۲۰۰۵) و Ashraf و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که میزان ماده خشک کل با افزایش تنش آب کاهش می‌یابد. هم‌چنین Chaves و Oliverira (۲۰۰۴) اشاره کردند که در مناطق با بارندگی کم، تنش خشکی اثر منفی بر رشد محصول و عملکرد آن دارد. Prihar و همکاران (۲۰۰۵) و Tavakoli و Oweis (۲۰۰۴) گزارش کردند که کمبود آب شاخص سطح برگ را در مراحل مختلف رشدی کاهش می‌دهد. کمبود آب در مرحله پر شدن دانه بر سرعت جذب خالص اثر می‌گذارد. Samareh (۲۰۰۵) گزارش کرد که سرعت رشد نسبی در ارقام حساس به خشکی به شدت کاهش می‌یابد. Siddique و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که کمبود آب، سطح برگ در واحد سطح و سرعت رشد محصول را در مراحل مختلف کاهش می‌دهد. کاهش سرعت رشد باعث افزایش تنفس و دمای گیاه و به تبع آن کاهش در میزان نسبت فتوسنتز می‌شود. نیتروژن عنصری ضروری برای رشد و حصول عملکرد مناسب می‌باشد. Palmer و همکاران (۱۹۹۶) بیان داشتند که با افزایش در میزان رطوبت خاک عملکرد دانه در پاسخ به اعمال نیتروژن افزایش می‌یابد. به علاوه، فراهمی نیتروژن به‌طور قوی تحت اثر تأمین آب قرار می‌گیرد (Wang *et al.*, 2004). آبیاری در مرحله مناسب و به‌خصوص کود نیتروژنه به مقدار لازم با افزایش رشد رویشی و تداوم دوره فتوسنتزی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.7.9]

برای مدت زمان بیش‌تری باعث حصول عملکرد مناسب می شوند (Budakli *et al*., 2007). Shekoofa و Emam (۲۰۰۸) گزارش کردند که همه پارامترهای مربوط به رشد محصول و عملکرد دانه با افزایش در میزان نیتروژن افزایش می‌یابد. Palmer و همکاران (۱۹۹۶) نشان دادند که فراهمی نیترات اثرزیادی بر توسعه سطح برگ دارد. دانشمندان اعتقاد دارند که مدیریت نامناسب آبیاری و نیتروژن، عمده‌ترین عامل کاهش دهنده عملکرد دانه محسوب می‌شود (Alimohamad and Shui, 2009). کمبود نیتروژن نسبت ظهور برگ را کاهش می‌دهد، درحالی‌که Zhen-zhu و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کرد که کمبود نیتروژن اثر منفی بر توسعه سطح برگ داشته و آن را کاهش می‌دهد. با بررسی نتایج محققان ملاحظه می‌گردد که عملکرد ارقام در مناطق دیم شدیداً تحت اثر عوامل تغذیه‌ای مانند نیتروژن و نیز آبیاری تکمیلی است، با توجه به اینکه میزان بارندگی از سالی به سال دیگر متفاوت می‌باشد. بررسی اثر عوامل محیطی در شرایط دیم ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین از اهداف این تحقیق بررسی اثر آبیاری تکمیلی در زمان‌های مختلف و سطوح نیتروژن بر ویژگی‌های رشدی دو رقم گندم دیم زمستانه بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی کرمانشاه با عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه ی شمالی و طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۹ دقیقه شرقی و در ارتفاع ۱۳۱۹ متر از سطح دریا انجام گرفت. آزمایش به‌صورت کرت‌های دو بار خرد شده[1] با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمار آبیاری به‌عنوان فاکتور اصلی در چهار سطح شامل دیم و آبیاری تکمیلی در مراحل آبستنی[2]، گرده‌افشانی[3] و پر شدن دانه[4]، کود نیتروژن خالص به‌عنوان فاکتور فرعی در ۴ سطح شامل بدون کود، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و ارقام گندم نان به‌عنوان فاکتور فرعی فرعی شامل دو رقم سرداری و کراس البرز بودند. تاریخ کاشت ۲۷ آبان سال ۱۳۸۷ بود.

مشخصات هواشناسی محل آزمایش از نظر دما و بارندگی در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷ درجدول ۱ آمده است. این دو رقم، کشت غالب گندم دیم منطقه هستند. مزرعه آزمایشی در سال قبل آیش بود. خاک مزرعه، دارای بافت لوم رسی، با میزان نیتروژن ۰/۱۲ درصد، فسفر ۸ پی‌پی‌ام و پتاس ۳۷۰ پی‌پی‌ام بود. هر کرت شامل ۶ خط ۵ متری به فاصله خطوط ۲۵ سانتی‌متر و تراکم ۳۵۰ بذر در مترمربع بود. فاصله بین کرت‌های اصلی، فرعی و فرعی فرعی به ترتیب ۲ متر، ۱ متر و ۲۵ سانتی‌متر بودند. آب مورد نیاز هر کرت (آبیاری تکمیلی) با استفاده از پمپ و به میزان ۱۰۰ میلی‌متر در نظر گرفته شد (Allen *et al*., 1998).

1 Split Split Plot
2 Boot Stage
3 Anthesis Stage
4 Grain Filling

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.7.9]

جدول ۱: شرایط آب و هوایی محل آزمایش

پارامتر	ماه							
	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد
دمای حداقل (درجه سانتی گراد)	۳/۸	-۲/۲	-۹/۹	-۱۳/۳	-۸/۴	-۵/۲	۵/۱	۹/۴	۱۲/۱
دمای حداکثر (درجه سانتی گراد)	۵/۳۲	۲۷/۶	۱۶/۶	۱۵/۱	۱۷/۸	۲۰/۰	۲۱/۶	۲۷/۵	۳۲/۵
بارندگی (میلی متر)	۰/۰	۱۰۰/۰	۵۳/۷	۳۰/۸	۶۷/۱	۱۶/۱	۵۸/۵	۷/۷	۲/۹

نمونه‌برداری شاخص‌های رشدی ۱۰ روز پس از اعمال آبیاری تکمیلی در مرحله پر شدن دانه بود، دو مرحله نمونه‌برداری با فاصله زمانی ۱۵ روز انجام گرفت. در هر بار نمونه‌برداری ۵۰ سانتی‌متر طولی از هر کرت برداشت شد که با توجه به فاصله ۲۵ سانتی‌متری بین خطوط کاشت معادل ۰/۱۲۵ مترمربع برآورد شد. در هر بار نمونه‌برداری علاوه بر رعایت حاشیه، نمونه‌برداری حداقل به فاصله ۵۰ سانتی‌متر از نمونه‌برداری قبلی روی خطوط مورد نظر انجام گرفت. شاخص سطح برگ با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری سایر صفات آنالیز رشدی، نمونه‌ها پس از جمع‌آوری از مزرعه به آزمایشگاه منتقل شده و برگ از ساقه جدا گردید و به‌صورت جداگانه به مدت ۴۸ ساعت و در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شدند و وزن برگ و ساقه به‌طور جداگانه به‌دست آمد. ماده خشک کل، عملکرد دانه و وزن خشک برگ در زمان برداشت اندازه‌گیری شدند. از فرمول‌های زیر جهت محاسبه شاخص‌های رشدی استفاده شد (Gardner *et al*., 1985).

رابطه ۱:
$$CGR\ (gm^{-2}day^{-1}) = \frac{w_2 - w_1}{t_2 - t_1}$$

رابطه ۲:
$$NAR\ (gm^{-2}day^{-1}) = \frac{Ln(LAI_2) - LN\ (LAI_1)}{t_2 - t_1} \times CGR$$

رابطه ۳:
$$RGR\ (gg^{-2}day^{-1}) = \frac{Lnw_2 - LNw_1}{t_2 - t_1}$$

رابطه ۴:
$$LAI = \frac{LA}{A}$$

CGR[1]: سرعت رشد محصول (گرم بر مترمربع در روز)

NAR[2]: سرعت جذب خالص (گرم بر مترمربع در روز)

RGR[3]: سرعت رشد نسبی (گرم بر گرم در روز)

LAI[4]: شاخص سطح برگ

W_1: وزن خشک در برداشت اول

[1] Crop growth rate
[2] Net Assimilation Rate
[3] Relative Growth Rate
[4] Leaf Area Index

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.7.9]

W_2: وزن خشک در برداشت دوم

Ln: لگاریتم طبیعی

LAI_1: شاخص سطح برگ در برداشت اول

LAI_2: شاخص سطح برگ در برداشت دوم

t_2-t_1: فاصله زمانی بین دو برداشت

LA: سطح برگ

A: سطح زمین

تجزیه داده‌های آزمایش پس از آزمون نرمال بودن داده ها، یکنواختی واریانس‌ها و اثر غیر افزایشی تکرار و تیمار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات با استفاده از نرم‌افزار MSTAT.C و SAS تجزیه شد و مقایسه میانگین ها به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها بر شاخص‌های رشدی نشان داد که زمان آبیاری تکمیلی اثر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ، سرعت جذب خالص، وزن خشک برگ و ماده خشک کل داشت. اثر کود نیتروژن بر شاخص سطح برگ، سرعت جذب خالص و وزن خشک برگ معنی‌دار شد، برهمکنش آبیاری تکمیلی و نیتروژن بر شاخص سطح برگ و نسبت جذب خالص معنی‌دار شد و اختلاف بین ارقام در تمامی صفات معنی‌دار شد (جدول ۲).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها بر عملکرد سایر صفات نشان داد که اثر زمان آبیاری تکمیلی بر تمامی صفات معنی‌دار شد. اثر کود نیتروژن بر عملکرد دانه و طول پدانکل معنی‌دار شد، برهمکنش آبیاری تکمیلی و نیتروژن بر ماده خشک کل، عملکرد دانه و طول دانه معنی‌دار شد و اختلاف بین ارقام در عملکرد دانه، طول دانه و طول پدانکل معنی‌دار شد (جدول ۳).

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر تیمارها بر برشاخص‌های رشدی (میانگین مربعات)

منابع تغییرات	درجه آزادی	سرعت رشد محصول	شاخص سطح برگ	نسبت جذب خالص	سرعت رشد نسبی	وزن خشک برگ
تکرار	۲	۰/۰۳۰^{ns}	۰/۱۳۸^{ns}	۷۱/۸۳**	۰/۰۴۱^{ns}	۴۲۸/۳۵۴**
زمان آبیاری تکمیلی(I)	۳	۰/۰۴۲^{ns}	۰/۳۲۲*	۱۸/۰۶۴**	۰/۰۷۲*	۲۶/۳۰۸^{ns}
اشتباه	۶	۰/۰۳۶	۰/۰۹۶	۶/۲۷۶	۰/۰۲۸	۱۸/۵۷۰
مقدار کود نیتروژنه(N)	۳	۰/۰۲۰^{ns}	۱/۰۹۱**	۵/۷۸۳**	۰/۱۴۰**	۳/۶۹۷^{ns}
برهمکنش I×N	۹	۰/۰۷۵^{ns}	۰/۳۷۴**	۲/۱۴۰**	۰/۰۰۹^{ns}	۵/۹۸۳^{ns}
اشتباه	۲۴	۰/۰۳۴	۰/۰۸۳	۲/۰۴۹	۰/۰۱۷	۹/۲۱۸
رقم گندم (C)	۱	۰/۹۷۶**	۳/۹۲۰**	۳۱/۳۰۵**	۰/۰۷۹**	۲۷۹/۶۸۹**
برهمکنش I×C	۳	۰/۰۲۰**	۰/۱۸۱**	۰/۱۷۹*	۰/۰۱۰**	۰/۹۷۷^{ns}
برهمکنش N×C	۳	۲/۷۶۳**	۴/۹۸۸**	۱/۲۸۷**	۰/۰۰۴*	۳۹۷/۵۸۱**
برهمکنش I×N×C	۹	۰/۰۵۶**	۰/۴۲۱**	۰/۵۵۲**	۰/۰۲۳**	۸/۳۸۷**
اشتباه	۳۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۵۷	۰/۰۰۱	۰/۴۳۳
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱/۵۶	۱/۴۰	۴/۷۸	۱۳/۱۶	۲/۵۴

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1393.6.22.7.9]

آبیاری در مراحل آبستنی و گرده‌افشانی اهمیت بیش‌تری نسبت به شرایط شاهد (دیم) و یا آبیاری تکمیلی در مرحله پر شدن دانه دارد. شرایط رطوبتی نامناسب به‌ویژه در شرایط دیم (شاهد) باعث پیری زودرس، مرگ برگ و افت سریع‌تر شاخص سطح برگ در طول فصل رشد می‌شود. در این آزمایش با آبیاری تکمیلی در مرحله گرده‌افشانی و هم‌چنین آبستنی سطح برگ بیش‌تری تولید شد، اما آبیاری تکمیلی در مرحله پر شدن دانه نتوانست کمبود رشد مرحله رویشی را جبران کند و همراه با تیمار شاهد (دیم) شاخص سطح برگ کم‌تری تولید کردند (جدول ۴). Karam و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که خشکی باعث کاهش شاخص سطح برگ می‌شود.

در این مطالعه، با آبیاری تکمیلی در مرحله آبستنی حداکثر سرعت جذب خالص (۵/۸۹ گرم بر مترمربع در روز) به‌دست آمد، شرایط شاهد (دیم) منجر به کاهش سرعت جذب خالص (۴/۰۳ گرم بر مترمربع در روز) شد. از آن جا که تنش خشکی باعث بسته شدن روزنه‌ها می‌شود، بنابراین سرعت فتوسنتز همراه با سطح برگ محصول و سرعت جذب خالص کاهش می‌یابد (Sowder *et al*., 1997). این نتایج با یافته‌های Watson (۱۹۶۷) نیز مطابقت داشت.

بیش‌ترین شاخص سطح برگ (۴/۴۱) در کود نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. در مطالعه Mansab و همکاران (۲۰۰۳) مشخص شد که کمبود نیتروژن باعث کاهش شاخص سطح برگ می‌شود. Muchow و Davis (۱۹۸۸) گزارش کردند که کمبود نیتروژن سرعت ظهور برگ را بیش از توسعه سطح برگ کاهش داد. در این آزمایش با اعمال نیتروژن سرعت جذب خالص و سرعت رشد نسبی تا میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت، اما پس از آن و با اعمال ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن سرعت جذب خالص و سرعت رشد نسبی کاهش یافتند.

اختلاف بین ارقام در سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ، سرعت جذب خالص، سرعت رشد نسبی، وزن خشک برگ و ماده خشک کل معنی‌دار شد (جدول ۴). به‌طوری‌که در تمامی صفات رقم کراس البرز برتر از سرداری بود.

جدول ۳: تجزیه واریانس اثر تیمارها بر عملکرد و سایر صفات گندم (میانگین مربعات)

منابع تغییرات	درجه آزادی	ماده خشک کل	عملکرد دانه	طول دانه	عرض دانه	طول پدانکل
تکرار	۲	۱۴۸۷۱/۸۸^{ns}	۲۶۸۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۲۷^{ns}	۵۸/۲۴^{ns}
زمان آبیاری تکمیلی(I)	۳	۵۳۵۱۶۸/۰۰ **	۵۱۱۰۲/۴۶ **	۰/۲۱۸ **	۱/۱۸۴ **	۹۹۷/۳۱ **
اشتباه	۶	۹۵۳۹/۰۰	۲۶۵۱/۱۸	۰/۰۰۶	۰/۰۳۰	۱۵/۷۹
مقدار کود نیتروژنه(N)	۳	۲۴۳۴/۷۲^{ns}	۵۴۱۹/۰۹*	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۰۱۳^{ns}	۲۰/۵۶^{ns}
برهمکنش I×N	۹	۲۵۰۵۴/۱۷*	۶۸۳۷/۲۶*	۰/۰۴۰ **	۰/۰۷۰^{ns}	۲۶/۰۰^{ns}
اشتباه	۲۴	۱۰۵۲۰/۱۴	۲۶۲۰/۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۳۳	۱۹/۲۲
رقم گندم (C)	۱	۴۳۳۵۰/۰۰^{ns}	۴۰۳۰۳/۰۱**	۰/۲۱۹ **	۰/۰۸۱^{ns}	۸۸/۷۴ **
برهمکنش I×C	۳	۸۸۱۹/۴۴^{ns}	۳۳۷۵/۹۶^{ns}	۰/۰۲۵*	۰/۱۱۷*	۱۳/۵۰^{ns}
برهمکنش N×C	۳	۴۳۱۵۲/۷۸*	۸۰۲/۲۱^{ns}	۰/۰۳۳ **	۰/۰۷۰^{ns}	۳/۳۶^{ns}
برهمکنش I×N×C	۹	۱۰۵۵۹/۲۶^{ns}	۱۰۴۰/۰۴^{ns}	۰/۰۲۴ **	۰/۰۵۱^{ns}	۱۲/۵۲^{ns}
اشتباه	۳۲	۱۶۲۵۰/۰۰	۲۶۹۴/۳۳	۰/۰۰۶	۰/۰۲۸	۷/۰۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۲/۴۶	۱۶/۳۵	۱/۰۷	۷/۱۶	۱۱/۶۵

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.7.9]

جدول ۴: مقایسه میانگین اثر ساده آبیاری تکمیلی، مقادیر کود نیتروژن و ارقام گندم برشاخص‌های رشدی

تیمارها		سرعت رشد محصول (گرم بر مترمربع در روز)	شاخص سطح برگ	سرعت جذب خالص (گرم بر مترمربع در روز)	سرعت رشد نسبی (گرم بر گرم در روز)	وزن خشک برگ (گرم بر مترمربع)
زمان آبیاری تکمیلی	بدون آبیاری	۳/۱۹a	۴/۳۰b	۴/۰۳d	۰/۱۴b	۲۴/۷۹a
	آبستنی	۳/۲۲a	۴/۴۶ab	۵/۸۹a	۰/۲۲a	۲۶/۹۸a
	گرده‌افشانی	۳/۲۵a	۴/۵۳a	۵/۵۲b	۰/۲۵a	۲۶/۶۳a
	پر شدن دانه	۳/۲۹a	۴/۳۱b	۴/۴۸c	۰/۲۷a	۲۵/۲۹a
مقدار نیتروژن مصرفی (کیلوگرم در هکتار)	بدون کود	۳/۲۰a	۴/۳۳b	۴/۲۴c	۰/۱۵b	۲۵/۴۵a
	۵۰	۳/۲۴a	۴/۳۲b	۵/۴۰a	۰/۲۸a	۲۵/۸۸a
	۱۰۰	۳/۲۵a	۴/۲۳b	۵/۳۹a	۰/۲۹a	۲۶/۷۲a
	۱۵۰	۳/۲۷a	۴/۴۱a	۴/۷۱b	۰/۱۶b	۲۵/۹۴a
رقم	سرداری	۳/۱۳b	۴/۲۰b	۴/۴۱b	۰/۲۰b	۲۴/۲۲b
	کراس البرز	۳/۳۴a	۴/۶۰a	۵/۵۵a	۰/۲۴a	۲۷/۶۳a

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

اثر زمان‌های مختلف آبیاری تکمیلی نشان داد حداکثر ماده خشک کل با آبیاری تکمیلی در مراحل آبستنی و گرده‌افشانی (۱۱۷۲و ۱۱۱۳ کیلوگرم در هکتار) و حداقل ماده خشک کل در شرایط دیم (۸۴۰/۴۰ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد (جدول ۵). Ferryman (۱۹۷۸) بیان کرد که ظاهراً اهمیت تنش خشکی با کاهش شاخص سطح برگ، افزایش مقاومت روزنه‌ای و مزوفیلی و به تبع آن کاهش فتوسنتز دلیل اصلی کاهش تجمع ماده خشک کل در شرایط کمبود رطوبت است.

نتایج نشان داد که بالاترین عملکرد دانه با آبیاری در مراحل آبستنی و گرده‌افشانی و کم‌ترین عملکرد در شرایط دیم به‌دست آمد. این نتایج مطابق با یافته‌های Oweis و همکاران (۱۹۹۹) است که آبیاری تکمیلی در مراحل گل‌دهی و پر شدن دانه و هم‌چنین تیمارهای بدون کود، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار انجام دادند. به نظر می‌رسد که آبیاری در مرحله گرده‌افشانی باعث بقای دانه‌های گرده و جلوگیری از سقط جنین و گرده‌افشانی موفق می‌شود. Tinglu و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که در مراحل گرده‌افشانی و پر شدن دانه برگ‌های بالایی (به ویژه برگ پرچم) به دلیل شرایط مناسب رطوبتی هنوز سبز هستند که می‌توانند باعث فتوسنتز بیش‌تری شده و انتقال مواد به دانه را افزایش دهند. بیش‌ترین طول دانه و قطر دانه با آبیاری تکمیلی در مرحله گرده‌افشانی به‌دست آمد و حداکثر طول پدانکل در مرحله آبستنی بود. با افزایش نیتروژن تا میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه افزایش یافت (۳۳۵ گرم در مترمربع)، اما در مقادیر بالاتر عملکرد گندم کاسته شده است. گزارش محققان مختلف نشان می دهد که کاربرد نیتروژن در شرایط دیم نسبت به عدم استفاده از آن باعث افزایش عملکرد دانه گندم شده است. ولی مقدار مصرف آن به خوبی مشخص نشده است. برای مثال آناقلی و همکاران (۱۳۸۵) با مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار، Tavakoli و Oweis (۲۰۰۴) و Oweis و همکاران (۱۹۹۹) با مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار حداکثر عملکرد دانه گندم را در شرایط دیم به‌دست آورده‌اند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.7.9]

جدول ۵: مقایسه میانگین اثر ساده آبیاری تکمیلی، مقادیر کود نیتروژن و ارقام گندم بر عملکرد و برخی صفات دیگر

تیمارها		ماده خشک کل (گرم بر مترمربع)	عملکرد دانه (گرم بر مترمربع)	طول دانه (میلی‌متر)	قطر دانه (میلی‌متر)	طول پدانکل (سانتی‌متر)
زمان آبیاری تکمیلی	بدون آبیاری	۸۴۰/۴۰c	۲۷۲/۴۰b	۶/۹۶c	۲/۰۷d	۲۱/۴۸b
	آبستنی	۱۱۷۲/۰۰a	۳۵۳/۲۰a	۷/۰۵b	۲/۲۶c	۳۲/۱۶a
	گرده‌افشانی	۱۱۱۳/۰۰a	۳۶۱/۰۰a	۷/۲۰a	۲/۶۰a	۱۹/۷۸bc
	پر شدن دانه	۹۶۶/۷۰b	۲۸۳/۲۰b	۷/۰۸b	۲/۳۹b	۱۷/۶۸c
مقدار نیتروژن مصرفی (کیلوگرم در هکتار)	بدون کود	۱۰۳۵/۴۲a	۳۲۲/۹۰b	۷/۱۰a	۲/۳۱a	۲۱/۷۲a
	۵۰	۱۰۲۲/۰۶a	۳۳۵/۰۰a	۷/۰۵a	۲/۳۴a	۲۳/۸۳a
	۱۰۰	۱۰۱۰/۷۵a	۳۰۱/۹۰c	۷/۰۷a	۲/۳۶a	۲۲/۳۸a
	۱۵۰	۱۰۲۴/۴۴a	۳۱۰/۳۰c	۷/۰۸a	۲/۳۲a	۲۳/۱۹a
رقم	سرداری	۱۰۰۱/۱۸b	۲۹۶/۲۵b	۷/۱۲a	۲/۳۰a	۲۱/۸۲b
	کراس البرز	۱۰۴۴/۲۸a	۳۳۷/۸۰a	۷/۰۳b	۲/۳۶a	۲۳/۷۴a

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین برهمکنش آبیاری تکمیلی و مقادیر نیتروژن بر صفات شاخص سطح برگ، سرعت جذب خالص، سرعت رشد نسبی، ماده خشک کل، طول دانه و عملکرد دانه در جدول ۶ نشان داده شده است. بالاترین عملکرد دانه با آبیاری تکمیلی در مرحله گرده‌افشانی و کود نیتروژنه ۵۰ کیلوگرم در هکتار (۴۲۴/۴ گرم در مترمربع) به‌دست آمد. نتایج نشان داد که آبیاری تکمیلی در مراحل آبستنی و گرده‌افشانی و اعمال کود نیتروژن عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. بیش‌ترین ماده خشک کل با آبیاری تکمیلی در مرحله آبستنی و کود نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. آبیاری تکمیلی در مراحل آبستنی و گرده‌افشانی و اعمال کود نیتروزن باعث افزایش ماده خشک کل می‌شود. حداکثر طول دانه با آبیاری تکمیلی در مرحله گرده‌افشانی و کود نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. بیش‌ترین شاخص سطح برگ و سرعت جذب خالص با آبیاری تکمیلی در مرحله آبستنی و کود نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. بیش‌ترین سرعت رشد نسبی (۰/۳۶ گرم بر گرم در روز) با آبیاری تکمیلی در مرحله پر شدن دانه و کود نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد.

مقایسه میانگین برهمکنش آبیاری تکمیلی و ارقام گندم بر صفات طول دانه، قطر دانه ، وزن خشک برگ، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ، سرعت جذب خالص و سرعت رشد نسبی در جدول ۷ نشان داده شده است. بیش‌ترین طول دانه با آبیاری تکمیلی در مرحله گرده‌افشانی و رقم سرداری به‌دست آمد. بیش‌ترین قطر دانه، وزن خشک برگ، سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی با آبیاری در مرحله آبستنی و رقم کراس البرز به‌دست آمد و حداکثر شاخص سطح برگ و سرعت جذب خالص با آبیاری تکمیلی در مرحله آبستنی و رقم کراس البرز به‌دست آمد.

سرعت رشد محصول با آبیاری در زمان مناسب (گرده افشانی) به حداکثر مقدار خود می‌رسد. معمولا در مرحله گرده افشانی سرعت رشد محصول بیشینه است و در این آزمایش با تأمین رطوبت در این مرحله حداکثر آن مشاهده شده است،

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.7.9]

رقم کراس البرز نسبت به سرداری کارایی بیش‌تری جهت استفاده از رطوبت (آبیاری تکمیلی) برای رسیدن به حداکثر رشد را دارد. لذا با آبیاری در چنین مرحله ای، رقم کراس البرز علاوه بر کسب حداکثر سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی، ماده خشک برگ، کل و در نهایت عملکرد بیش‌تری تولید می‌کند. Karimi و Siddique (۱۹۹۱) گزارش کردند که سرعت رشد محصول در گندم در مرحله شروع دانه‌بندی حداکثر است و در طول مرحله پرشدن دانه کاهش می‌یابد. رطوبت کافی زمانی که گیاه در مرحله رشد رویشی (آبستنی) قرار دارد تولید شاخ و برگ را افزایش می‌دهد که این شاخ و برگ تولید شده با جذب مقدار تابش بیش‌تر تولید ماده خشک توسط کانوپی را افزایش می‌دهند (Rahman, 1992). در این آزمایش با آبیاری تکمیلی در مرحله آبستنی رقم کراس البرز شاخص سطح برگ و نسبت جذب خالص بیش‌تری تولید کرده که در نهایت باعث تولید ماده خشک کل بیش‌تری شده است.

جدول ۶: مقایسه میانگین برهمکنش زمان آبیاری تکمیلی و مقادیر کود نیتروژنه بر صفات اندازه‌گیری شده

زمان آبیاری تکمیلی	کود نیتروژنه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص سطح برگ	نسبت جذب خالص (گرم بر مترمربع در روز)	سرعت رشد نسبی (گرم بر گرم در روز)	ماده خشک کل (گرم بر مترمربع)	طول دانه (میلی‌متر)	عملکرد دانه (گرم بر مترمربع)
بدون آبیاری	بدون کود	۴/۳۵b-f	۳/۹۲g	۰/۰۷d	۸۳۰/۰g	۶/۸۸h	۲۷۱/۵ef
(شاهد)	۵۰	۴/۳۰b-f	۴/۷۱abc	۰/۲۵abc	۸۳۸/۳g	۶/۹۶gh	۲۸۳/۱def
	۱۰۰	۳/۸۸g	۴/۱۵g	۰/۱۹a-d	۸۴۱/۷g	۶/۹۶gh	۲۸۶/۸def
	۱۵۰	۴/۶۵bc	۳/۳۵h	۰/۰۷d	۸۵۱/۷fg	۷/۰۷def	۲۴۶/۴f
آبستنی	بدون کود	۴/۵۵bcd	۴/۸۳ef	۰/۱۶bcd	۱۲۱۴/۰a	۷/۱۳bcd	۳۷۶/۸ab
	۵۰	۴/۲۶c-g	۶/۳۳b	۰/۲۶abc	۱۱۵۰/۰ab	۷/۱۱cde	۳۴۴/۳bcd
	۱۰۰	۴/۰۱fg	۶/۹۸a	۰/۳۲ab	۱۲۲۰/۰a	۶/۹۵gh	۳۳۲/۹b-e
	۱۵۰	۵/۰۳a	۵/۴۰d	۰/۱۴bcd	۱۰۹۳/۰a-d	۷/۰۳efg	۳۵۹/۱abc
گرده‌افشانی	بدون کود	۴/۲۲d-g	۴/۷۰f	۰/۱۳cd	۱۱۲۵/۰abc	۷/۲۰ab	۳۷۶/۸ab
	۵۰	۴/۶۲bc	۵/۷۶c	۰/۳۲ab	۱۱۹۵/۰a	۷/۱۷abc	۴۲۴/۴a
	۱۰۰	۴/۶۲d-g	۶/۴۷b	۰/۲۹abc	۱۰۰۰/۰cde	۷/۲۳a	۲۸۴/۸def
	۱۵۰	۴/۶۲bc	۵/۱۵e	۰/۲۴a-d	۱۱۳۳/۰abc	۷/۱۸abc	۳۵۸ /۰abc
پر شدن دانه	بدون کود	۴/۲۱bc	۴/۲۵g	۰/۲۴a-d	۹۶۱/۰d-g	۷/۱۷abc	۲۶۵/۸ef
	۵۰	۴/۱۱efg	۴/۷۷f	۰/۳۰abc	۹۰۵/۰efg	۶/۹۸f	۲۹۰/۳def
	۱۰۰	۴/۴۲b-e	۳/۹۷g	۰/۳۶a	۹۸۱/۵def	۷/۱۴a-d	۳۰۰/۳c-f
	۱۵۰	۴/۵۱bcd	۴/۹۵ef	۰/۱۸a-d	۱۰۱۸/۵b-e	۷/۰۳efg	۲۷۶/۵def

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

جدول ۷: مقایسه میانگین برهمکنش زمان آبیاری تکمیلی و رقم گندم بر صفات اندازه‌گیری شده

زمان آبیاری تکمیلی	رقم	سرعت رشد محصول (گرم بر مترمربع در روز)	شاخص سطح برگ	سرعت جذب خالص (گرم بر مترمربع در روز)	سرعت رشد نسبی (گرم بر گرم در روز)	وزن خشک برگ (گرم بر مترمربع)	طول دانه (میلی‌متر)	قطر دانه (میلی‌متر)
دیم (شاهد)	سرداری	۳/۱۰e	۴/۱۰e	۳/۵۳h	۰/۱۲e	۲۰/۴۲f	۷/۰۳c	۲/۱۰d
	کراس البرز	۳/۲۸b	۴/۴۹c	۴/۵۳f	۰/۱۷d	۳۰/۵۰b	۶/۹۰d	۲/۰۴d
مرحله آبستنی	سرداری	۳/۱۵cd	۴/۲۳d	۵/۳۴c	۰/۱۹cd	۲۷/۶۷c	۷/۰۶c	۲/۲۸c
	کراس البرز	۳/۲۹b	۴/۶۹a	۶/۴۳a	۰/۲۴b	۲۴/۰۸d	۷/۰۵c	۲/۲۵c
مرحله گرده‌افشانی	سرداری	۳/۱۲de	۴/۴۴c	۴/۸۲e	۰/۲۰c	۲۱/۰۰e	۷/۲۵a	۲/۴۸b
	کراس البرز	۳/۳۹a	۴/۶۲b	۶/۲۲b	۰/۲۹a	۳۱/۸۳a	۷/۱۵b	۲/۷۳a
مرحله پر شدن دانه	سرداری	۳/۱۸c	۴/۰۱f	۳/۹۴g	۰/۲۷ab	۲۷/۷۸c	۷/۱۶b	۲/۳۶bc
	کراس البرز	۳/۳۹a	۴/۶۰b	۵/۰۳d	۰/۲۶ab	۲۴/۱۰d	۷/۰۱c	۲/۴۳b

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1393.6.22.7.9]

تحت شرایط تأمین رطوبت مناسب (آبیاری در مرحله گرده‌افشانی) رقم کراس البرز با تولید دانه هایی با قطر بیش‌تر نسبت به رقم سرداری یک برتری نسبی نشان داد. با آبیاری تکمیلی در مرحله گرده‌افشانی رقم سرداری طول دانه بیش‌تری تولید کرد. احتمالا یک همبستگی منفی بین طول و قطر دانه در سنبله وجود دارد لذا با افزایش طول دانه از قطر آن در سنبله کاسته می‌شود (Duggan and Fowler, 2006). آبیاری در زمان مناسب (آبستنی) باعث افزایش طول دانه رقم سرداری می‌شود. لذا انتظار می‌رود که با اعمال آبیاری در این مراحل با افزایش طول دانه از قطر دانه در سنبله کاسته شود که نتایج این آزمایش این گفته را تأیید می‌کند. با توجه به افزایش در طول دانه رقم سرداری با آبیاری تکمیلی در این مرحله از قطر دانه آن کاسته شده است، تغییر طول و قطر در مورد رقم کراس البرز برخلاف سرداری بود. با تأمین رطوبت و برآوردن نیازهای تغذیه‌ای گیاه طی مراحل حساس رشد گندم، تعداد مناسب سنبلچه در سنبله و گلچه در سنبلچه تشکیل می‌شود و دانه گندم در این حالت به علت برخورداری از رطوبت و مواد غذایی مناسب دارای حداکثر تعداد، وزن، طول و قطر می‌باشد. (Calderini and Ortiz-Monasterio, 2003).

برهمکنش ارقام گندم و کود نیتروژن بر سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ، سرعت جذب خالص، سرعت رشد نسبی، ماده خشک کل و طول دانه در جدول ۸ نشان داده شده است. با اعمال کود نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار رقم کراس البرز شاخص سطح برگ و سرعت جذب خالص بیش‌تری (۵/۸۱ گرم بر مترمربع در روز) تولید کرد، اما سرعت رشد محصول با اعمال کود نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم و در رقم کراس البرز به حداکثر رسید. Arora و همکاران (۲۰۰۱) بیان داشته‌اند که سرعت فتوسنتز ارقام گندم در مرحله ظهور خوشه بیش‌تر از گل‌دهی بود، آن‌ها مشاهده کردند که کاهش فتوسنتز با کاهش محتوای ازت برگ پس از گل‌دهی کاهش یافت. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این آزمایش که در شرایط مختلف رطوبتی و کودی بوده است، می‌توان عنوان کرد که رقم کراس البرز در اکثر صفات نسبت به سرداری دارای تفاوت معنی‌دار است.

جدول ۸: مقایسه میانگین برهمکنش رقم گندم و کود نیتروژن بر صفات اندازه‌گیری شده

کود نیتروژن (کیلوگرم درهکتار)	رقم	سرعت رشد محصول (گرم بر مترمربع در روز)	شاخص سطح برگ	نسبت جذب خالص (گرم بر مترمربع در روز)	سرعت رشد نسبی (گرم بر گرم در روز)	وزن خشک برگ (گرم بر مترمربع)	طول دانه (میلی‌متر)
بدون کود	سرداری	۲/۹۰f	۳/۷۰e	۳/۶۶h	۰/۱۲d	۱۰۶۱/۰۰a	۷/۱۱abc
	کراس البرز	۳/۴۹b	۴/۷۷b	۵/۱۹d	۰/۱۹c	۱۰۱۷/۰۰ab	۷/۰۸bcd
۵۰	سرداری	۳/۳۸c	۴/۶۲c	۵/۰۷e	۰/۲۶b	۹۳۵/۸۰b	۷/۱۵a
	کراس البرز	۳/۱۰d	۴/۰۲d	۵/۷۳b	۰/۳۰a	۹۳۵/۲۰ab	۶/۹۶e
۱۰۰	سرداری	۳/۵۰b	۳/۶۹e	۴/۹۸f	۰/۱۳d	۱۰۱۰/۰۰ab	۷/۰۹a-d
	کراس البرز	۳/۰۴e	۴/۹۶a	۵/۸۱a	۰/۱۸c	۱۰۲۸/۰۰ab	۷/۰۵cd
۱۵۰	سرداری	۲/۷۷g	۴/۷۸b	۳/۹۴g	۰/۲۸ab	۱۰۸۶/۰۰a	۷/۱۴ab
	کراس البرز	۳/۷۳a	۴/۶۵c	۵/۴۸c	۰/۳۰a	۱۰۵۴/۰۰ab	۷/۰۲de

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.7.9]

منابع

آناقلی، ا.، کشیری، م.، زینلی، ا. و احمدی، م.ع. ۱۳۸۵. اثرمقدار و زمان مصرف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم رقم زاگرس در شرایط دیم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۳ (۱۳): ۷۵-۶۹.

Alimohamad, H. and Shui, L.T. 2009. Potential evapotranspiration model for Muda Irrigation Project, Malaysia. Water Resources Management 23: 57-69.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop Evapotranspiration-Guidelines for Calculating Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Rome, Italy.

Araus, J.L., Slafer, G.A., Reynolds, M.P. and Royo, C. 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals: what should we breed for?. Annals of Botany 89: 925-940.

Arora, A., Singh, V.P. and Mohan, J. 2001. Effect of nitrogen and water stress on photosynthesis and nitrogen content in wheat. Biologia Plantarum 44 (1): 153-155.

Ashraf, M., Ghafoor, A., Khan, N.A. and yousef, M. 2002. Path coefficient in wheat under rain fed conditions. Pakistan Journal of Agricultural Research 17: 1-6.

Bavec, F. and Bavec, M. 2002. Effects of plant population on leaf area index, cob characteristics and grain yield of early maturing maize cultivars. European Journal of Agronomy 16: 151-159.

Budakli, E., Celik, N., Turk, M., Bayram, G. and Turkey, B. 2007. Effect of post anthesis drought stress on the stem- reserve mobilization supporting grain filling of two-rowed barely cultivars at different levels of nitrogen. International Journal of Biological Sciences 949-953.

Calderini, D.F. and Ortiz-Monasterio, I. 2003. Grain position affects grain macronutrient and micronutrient concentrations in wheat. Crop Science 43: 141-151.

Chaves, M.M. and Oliverira, M.M. 2004. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: Prospects for water-saving agriculture. Journal of Experimental Botany 55:2365–2384.

Duggan, B.L. and Fowler, D.B. 2006. Yield structure and grain potential of wheat on the Canadian prairies. Crop Science 46: 1479-1487.

Ferryman, S. 1978. Influence of duration of growth, seed size and seeding depth on cold hardiness of two hardy winter wheat cultivars. Can. International Journal of Plant Sciences 58: 917-921.

Gardner, F.P., Peare, R.B. and Mitchell, R.L. 1985. Physiology of crop plants. PP. 187-208. Iowa State University Press.

Hengjia, Z.G., Gaobao, H., Wenzhi, Z. and Fengmin, L. 2009. Postharvest residual soil nutrients and yield of spring wheat under water deficit in arid northwest China. Agricultural Water Management 96: 1045-1051.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.7.9]

Hongbo, S., Zongsuo, L. and Mingan, S. 2006. Osmotic regulation of 10 wheat (*Triticum aestivum* L.) at soil water deficits. Colloids and surfaces B: Biointerfaces 47: 132-139.

Jia, X.H., Li, X.R. and Xiao. H.L. 2005. Effect of irrigation and fertilization on nitrogen leach loss in field of arid Sha potou area. Journal of Desert Research 25: 223–227.

Karam, F., Masaad, R., Sfeir, T., Mounzer, O. and Rouphael, Y. 2007. Evapotarnspiration water deficit in maice. Journal of Plant Physiology 135 (3): 257-260.

Karimi, M.M. and Siddique, H.M. 1991. Crop growth and relative growth rates of old modern wheat cultivars. Australian Journal of Agricultural Research 42: 13-20.

Kirda, C., Derici, M.R. and Schepers, J.S. 2001. Yield response and N- fertilizer recovery of rained wheat growing in the Mediterranean region. Field Crops Research 71: 113-122.

Lawlor, D.W. 2002. Limitation to photosynthesis in water-stressed leaves: stomata vs. metabolism and the role of ATP. Annals of Botany 89: 871-885.

Mansab, A.L., Jeffers, D.L. and Henderlong, P.R. 2003. Interrelationship between leaf area, light interception and growth rate in a soybean-wheat system. Asian Journal of Plant Science. 2: 605-612.

Muchow, R. and Davis, R. 1988. Effect of nitrogen supply on the comparative productivity of maize and sorghum in a semi-arid tropical environment. II. Radiation interception and biomass accumulation. Field Crops Research 18: 17-30.

Oweis, T., Hachum, A. and Kijne, J. 1999. Water harvesting and supplemental irrigation for improved water use efficiency in dry areas. System-Wide Initiative on Water Management. pp: 7. In International Water Management Institute. Colombo, Sri Lanka.

Palmer, S.J., Berridge, D.M., McDonald, A.J.S. and Devies, W.J. 1996. Control of leaf expansion of Sunflower by nitrogen nutrition. Journal of Experimental Botany 47: 359-368.

Prihar, S., Sandhu, K., Mukhtar, S., Verma, H. and Ranjodeh, S. 2005. Response of dryland wheat to small supplemental irrigation and fertilizer nitrogen in submontane Punjab. Nutrient Cycling in Agroecosystems 21: 23-28.

Rahman, M. M. 1992. Growth analysis of chickpea genotypes in relation to grain filling period and yield potential in Bangladesh; Bangladesh. Journal of Botany 21 (2): 225-231.

Samareh, N.H. 2005. Effect of drought stress on growth and yield of barley. Agronomy for Sustainable Development 25: 145- 149.

Shearman, V.J., Sylvester-bradely, R., Scott, R.K. and foulkes, M.J. 2005. Physiological processes associated with wheat yield progress in the UK. Crop Science 45: 175–185.

Shekoofa, A. and Emam, Y. 2008. Effects of nitrogen fertilization and plant growth regulators (PGRs) on yield of wheat (*Triticum aestivum L.*) cv.Shiraz. Journal of Agricultural Science and Technology 10: 101-108.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.7.9]

Siddique, M.R.B., Hamid, A. and Islam, M.S. 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. Botanical Bulletin of Academia Sinica 41: 35-39.

Sowder, C.M., Tarpley, L., Vietor, D.M. and Miller, F.R. 1997. Leaf photo assimilation and partitioning in stress-tolerant sorghum. Crop Science 37: 833-838.

Takai, T., matsuura, S., Nishio, T., ohsumi, A., Shiraiwa, T. and Horie, T. 2006. Rice yield potential is closely related to crop growth rate during late reproductive period. Field Crops Research 96: 328–335.

Tavakoli, A.R. and Oweis, T. 2004. The role of supplemental irrigation and nitrogen in producing bread wheat in the highlands of Iran. Agriculture Water Management 65 (3): 225-236.

Tinglu, F., Stewart, B.A., William, A.P., Yong, W., Shangyou, S., Junjie, L. and Clay, A.R. 2005. Supplemental irrigation and water-yield relationships for plasticculture crops in the Loess Plateau of China. Agronomy Journal 97: 177-188.

Wang, Z., Wang, B. and Li, S. 2004. Influence of water deficit and supplemental irrigation on nitrogen uptake by winter wheat a nitrogen residual in soil. Agronomy Journal 15 (8): 1339-1343.

Watson, D.T. 1967. The physiological basis of variation in yield. Advances in Agronomy 4: 101-175.

Zhen-zhu, X. and Zhen-Wen, Y. 2006. Nitrogen metabolism in flag leaf and grain of wheat in response to irrigation regimes. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 169: 118-126.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.7.9]