فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۱، شماره ۱، سال ۱۳۹۱
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۰۵/۲۳
تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۱/۰۷/۲۷

تاثیر تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد، اجزای عملکرد و دمای سایه‌انداز گیاهی ارقام گندم نان

هدایت اله کریم‌زاده سورشجانی، یحیی امام* و سعید موری
گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

چکیده:
عملکرد دانه گندم در اکثر مناطق زراعی ایران در نتیجه بروز تنش خشکی پس از گلدهی کاهش می‌یابد. به منظور بررسی اثر قطع آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و دمای سایه‌انداز ارقام گندم نان پژوهشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در سال‌های زراعی ۸۹-۱۳۸۸ و ۹۰-۱۳۸۹ طراحی و اجرا گردید. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود. عامل اصلی رژیم آبیاری (آبیاری معمولی و قطع آبیاری بعد از گلدهی) و عامل فرعی ارقام گندم نان (چهل رقم) بود. نتایج نشان داد که قطع آبیاری باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، تعداد دانه در واحد سطح، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، شاخص افت دمای سایه انداز گیاهی، آهنگ تجمع عملکرد بیولوژیک، سرعت تولید عملکرد دانه و سرعت پر شدن دانه شد. در شرایط آبیاری معمولی بیشترین عملکرد دانه از ارقام شیرودی (۸۸۶۴ کیلوگرم در هکتار)، نوید (۸۴۴۰ کیلوگرم در هکتار) و کرج-۲ (۸۴۰۳ کیلوگرم در هکتار) و در شرایط قطع آبیاری بیشترین عملکرد دانه در ارقام مغان-۲ (۴۴۴۵ کیلوگرم در هکتار) و عدل (۴۱۷۹کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و شاخص افت دمای سایه انداز گیاهی در هر دو شرایط رطوبتی، حاکی از آن است که این شاخص، شاخص مناسبی برای شناسایی ارقام مقاوم به خشکی آخر فصل می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: افت دمای سایه‌انداز گیاهی، سرعت پر شدن دانه، عملکرد گندم، کم آبیاری

مقدمه:
گندم مهم‌ترین گیاه زراعی روی زمین است (امام، ۱۳۹۰؛ Reynolds *et al*. 2000)، که از زمان اهلی شدن تا کنون همواره از اهمیت خاصی برخوردار بوده و بیشترین سطح زیر کشت را در بین محصولات زراعی به خود اختصاص داده است (امام، ۱۳۹۰). گندم به عنوان مهم‌ترین غله در بسیاری از مناطق جهان است و غذای اصلی اکثر مردم را تشکیل می‌دهد (Shewry 2009; Rauf *et al.*, 2007).

با این وجود، اغلب مناطق تولید گندم در جهان در بخشی از فصل رشد با کمبود آب مواجه هستند. خشکی از مهم‌ترین عوامل تنش‌زای محیطی است که تولید محصولات کشاورزی را در مناطق خشک و نیمه‌خشک تحت تاثیر قرار داده و باعث کاهش عملکرد می‌شود (Andrew *et al.* 2000; Farshadfar *et al*. 2001; Ehdaie and Waines 1993). تحت چنین شرایطی عملکرد دانه گندم نیز در سال‌های متوالی دارای نوساناتی خواهد بود (Shimshi *et al*., 1982).

*نویسنده مسؤول، نشانی پست الکترونیکی: yaemam@shirazu.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.4.1]

در حالی که در دهه‌های گذشته، محور اصلی برنامه‌های تحقیقات به‌نژادی غلات در ایران معرفی ارقام پرمحصول در شرایط بهینه آبی بوده است، محدودیت آبیاری اراضی گندم آبی بویژه در اواخر فصل به دلیل رقابت زراعت‌های بهاره با آخرین آبیاری گندم در مرحله بحرانی دانه‌بندی گیاه، باعث شده تا شناسایی و معرفی ارقامی که با حداکثر دو نوبت آبیاری در بهار پس از پایان بارندگی‌های بهاره عملکرد قابل قبولی دارند، در برنامه‌های به‌نژادی مورد توجه قرار گیرد (متقی و همکاران، ۱۳۸۹). در این زمینه، معرفی ارقامی که بتوانند در هر دو شرایط آبیاری معمول و یا تنش خشکی آخر فصل محصول بیشتری تولید کنند، اهمیت بسیار زیادی پیدا می‌کند.

کمبود آب پس از گل‌دهی از طریق آسیب رساندن به فرآیند باروری دانه می‌تواند تعداد دانه در هر سنبله را کاهش دهد (Evans and Dunstone, 1970). تنش خشکی در مرحله سنبله‌دهی تا پر شدن دانه به دلیل کاهش تعداد دانه در هر سنبله و وزن هزار دانه موجب کاهش محصول می‌گردد (Sterling and Nass, 1981). گزارش Hochman (1982) نشان داد که، تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه باعث کاهش وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد دانه گندم به میزان ۱۶ درصد در مقایسه با تیمار شاهد شد. تنش رطوبتی در طول پر شدن دانه ممکن است از طریق کاهش دوره پر شدن دانه (Brooks *et al*. 1982) و یا کاهش سرعت پر شدن دانه، عملکرد دانه را کاهش دهد (Brocklehurst, 1977). درک تاثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه، گامی موثر در تولید ارقامی با عملکرد زیاد و پایدار می‌باشد (Royo *et al*., 2002).

اندازه‌گیری دمای سایه‌انداز گیاهی با استفاده از دماسنج فروسرخ (Infrared Thermometer) روشی برای مشخص کردن وضعیت تنش خشکی در گندم و ابزاری مناسب برای انتخاب ارقام مقاوم به خشکی است. تحت شرایط تنش خشکی ارقام گندمی که در نیم‌روز دمای سایه‌انداز گیاهی پایین‌تری دارند، بطور نسبی وضعیت آبی بهتری نیز دارا هستند (Blum *et al*., 1989). افت دمای سایه‌انداز گیاهی (Canopy Temperature Depression, CTD) شاخصی برای شناسایی وضعیت کلی آب گیاه (Ehrler, 1972; Blum *et al*., 1982; Jakson *et al*., 1981; Idso, 1982)، مقایسه ارقام در استفاده کاراتر از آب (Pinter *et al*., 1990; Hatfield *et al*., 1987) و مقاومت به تنش خشکی (Blum *et al*., 1989; Royo *et al*., 2002) می‌باشد. گلستانی و آساد (Golestani and Asad, 1998) گزارش نمودند که در اثر تنش خشکی دمای سایه‌انداز گیاهی افزایش می‌یابد. آنها CTD را شاخص مناسبی برای شناسایی ارقام مقاوم از حساس دانستند. از افت زیادتر دمای سایه‌انداز گیاهی به عنوان یک معیار انتخاب برای بهبود مقاومت به تنش خشکی و گرمایی استفاده می‌شود (Amani *et al*., 1996; Blum *et al*., 1989; Pinter *et al*., 1990; Rashid *et al*., 1999; Reynolds *et al*., 1994; Fischer *et al*., 1998). بنابراین، این آزمایش با هدف، بررسی تاثیر قطع آبیاری پس از گلدهی بر عملکرد، اجزای عملکرد و دمای سایه‌انداز گیاهی ارقام گندم نان انجام شد.

مواد و روش‌ها:

این پژوهش در مزرعه ایستگاه تحقیقات زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در ۱۱ کیلومتری شمال شرقی شهر شیراز با طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۲۵ دقیقه، عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۰ دقیقه و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا در دو سال زراعی۹۰-۱۳۸۹ و ۹۱-۱۳۹۰ انجام شد. ویژگی‌های هواشناسی و خاکی منطقه محل آزمایش به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده است.آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.4.1]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.4.1] [Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

جدول ۱- مشخصات هواشناسی محل انجام آزمایش

ماه	بارندگی(میلی‌متر)			دما(درجه سلسیوس)		
	میانگین بلندمدت (۳۰ سال)	۸۹-۱۳۸۸	۹۰-۱۳۸۹	میانگین بلندمدت (۳۰ سال)	۸۹-۱۳۸۸	۹۰-۱۳۸۹
آبان	۲۱/۲	۲۲/۵	۰	۱۰/۳	۱۲/۳	۱۰/۷
آذر	۸۰/۰	۱۲۹/۰	۰	۵/۸	۵/۷	۵/۶
دی	۹۱/۷	۱۷/۰	۴۸/۵	۳/۳	۵/۱	۳/۳
بهمن	۸۳/۰	۵۴/۵	۱۰۷/۵	۳/۷	۶/۱	۴/۷
اسفند	۶۳/۰	۳۷/۵	۷۱/۸	۷/۲	۱۰/۴	۸/۶
فروردین	۴۴/۵	۲۴/۵	۳۰/۵	۱۱/۱	۱۲/۲	۱۱/۸
اردیبهشت	۱۲/۶	۱۳/۰	۰	۱۶/۰	۱۷/۰	۱۷/۷
خرداد	۰/۸	۰	۰	۲۰/۴	۲۲/۶	۲۴/۰
تیر	۰/۳	۰	۰	۲۳/۹	۲۶/۰	۲۷/۲
مجموع/میانگین	۳۹۷/۱	۲۹۸/۰	۲۵۸/۳	۱۱/۳	۱۳/۰	۱۲/۶

قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد.عامل اصلی رژیم آبیاری (آبیاری تا انتهای فصل رشد و قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی) و عامل فرعی ارقام مختلف گندم نان (۴۰ رقم شامل: اترک، البرز، الموت، الوند، امید، اینیا، آزادی، بم، بهار، بیات، پیشتاز، چناب، رسول، روشن، زرین، سایسون، سبلان، سرخ‌تخم، سرداری، سیستان، شاه‌پسند، شعله، شیراز، شیرودی، طبسی، عدل، فلات، قدس، کراس‌شاهی، کرج-۱، کرج-۲، گاسپارد، گلستان، مارون، مرودشت، مغان-۲، مهدوی، نوید، نیک‌نژاد و هیرمند) بود. عملیات تهیه بستر شامل شخم، دیسک، تسطیح و ایجاد پشته با فاصله ۶۰ سانتی‌متر در مهر ماه هر دو سال انجام شد. هر یک از ارقام مختلف گندم روی چهار خط به فاصله ۳۰ سانتیمتر (کشت در دو طرف پشته) بر اساس تراکم ۳۳۰ بوته در متر مربع به صورت دستی در تاریخ ۱۵ آبان هر دو سال (تاریخ کاشت بهینه منطقه) کشت شد. طول هر خط کشت دو متر و جهت کاشت در هر دو سال شرقی-غربی در نظر گرفته شد. فاصله بین تکرارها و فاصله بین دو عامل اصلی در هر تکرار ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. با توجه به نتایج آزمون خاک (جدول ۲) و مشخص شدن عدم نیاز به افزودن عناصری از قبیل پتاسیم و فسفر به خاک تنها کود مورد استفاده کود نیتروژن به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره در دو نوبت در مراحل شروع پنجه‌زنی و گل‌دهی (هر نوبت یک دوم) به مصرف رسید. دور آبیاری ۱۰ روزه به صورت سطحی با استفاده از سیفون اجرا شد، در هر آبیاری پس از اندازه‌گیری دبی سیفون‌ها با استفاده از رابطه‌ی زیر مقدار آب آبیاری محاسبه گردید (Micheal and Ojha, 1987) و تا قبل از اعمال تیمار قطع آبیاری همه کرت‌های آزمایشی در هر آبیاری مقدار آب یکسانی دریافت کردند.

$$Q = 0.65 \times 10^{-3} \times A \times \sqrt{2gh}$$

در رابطه فوق: Q: دبی (لیتر در ثانیه)، A: سطح مقطع سیفون (سانتی‌متر مربع)، g: شتاب جاذبه زمین (۹۸۱ سانتی‌متر بر مجذور ثانیه) و h: اختلاف ارتفاع بین سطح آب در نهر اصلی و کف کرت (سانتی‌متر) می‌باشد.

در تیمار آبیاری معمولی در صورت نیاز (بعضی مواقع به علت بارندگی آبیاری انجام نشد) هر ۱۰ روز یکبار تا انتهای فصل رشد آبیاری انجام شد و در تیمار دیگرآبیاری

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.4.1]

جدول ۲- برخی ویژگی های فیزیک و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق ۳۰ سانتیمتری

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر	۱
اسیدیته کل اشباع	۷/۷۴
رس (درصد)	۴۰
سیلت (درصد)	۴۲
شن (درصد)	۱۸
بافت	سیلتی رسی لوم
نیتروژن کل (درصد)	۰/۱۲
کربن آلی (درصد)	۱/۲۶
فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در	۲۱/۵
پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در	۴۵۰

هر ۱۰ روز یکبار تا زمان گل‌دهی انجام وپس از آن آبیاری تا انتهای فصل رشد قطع شد. میزان آب آبیاری و بارندگی موثر در دو سال آزمایش در جدول ۳ آورده شده است. در هر دو سال اجرای آزمایش بعد از اعمال تیمار قطع آبیاری، بارندگی رخ نداد.

برای مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ از علف‌کش 2,4-D به میزان یک لیتر در هکتار ماده تجاری در مرحله پنجه‌زنی استفاده شد. وجین دستی نیز در بهار طی دو مرحله انجام گرفت. برای مبارزه با سن گندم از سم دسیس به میزان ۰/۳ لیتر در هکتار ماده تجاری در مرحله شیری شدن دانه‌ها و برای مبارزه با زنگ زرد به محض مشاهده اولین آثار بیماری در تیمار آبیاری معمولی، از سم آلتو به میزان نیم لیتر در هکتار ماده تجاری در زمان خمیری شدن دانه‌ها استفاده شد. همچنین، با مشاهده اولین آثار خوابیدگی در مزرعه در رقم‌هایی مانند سرداری، با نصب قیم‌هایی و کشیدن طناب به دور هر ردیف، از پیشروی آن جلوگیری به عمل آمد. همچنین، در ارقام مورد مطالعه به دلیل برداشت به موقع، ریزش بذر مشاهده نشد.

پس از اعمال تیمار قطع آبیاری، دمای سایه‌انداز گیاهی با استفاده از دستگاه دماسنج مادون قرمز مدل ترمیناتور (Terminator, TIR 8861) بین ساعت ۱۲ تا ۱۴در چهار

جدول ۳- میزان بارندگی و آب آبیاری در دو سال آزمایش*

	۱۳۸۸-۸۹			۱۳۸۹-۹۰		
رژیم	آبیاری	بارندگی	کل	آبیاری	بارندگی	کل
معمولی	۳۹۰	۲۹۸	۶۸۸	۴۴۰	۲۵۸	۶۹۵
قطع	۲۲۰	۲۹۸	۵۱۸	۲۷۵	۲۵۸	۵۳۳

*میلیمتر

نوبت، به فواصل یک هفته اندازه‌گیری شد.از تفاضل بین دمای هوا (Ta) و دمای سایه‌انداز گیاهی (Tc) شاخص افت دمای سایه‌انداز گیاهی (Canopy Temperature Depression, CTD) بدست آمد (Balota et al. 2007; 2008):

$$CTD = Ta - Tc$$

در زمان رسیدگی فیزیولوژیک (زمانی که محور سنبله خشک و شکننده شده، ریشک‌ها زرد شده و دانه را نتوان با کمک ناخن شست به دو نیم تقسیم کرد، امام ۱۳۹۰) پس از حذف اثر حاشیه، یک متر از دو خط میانی کشت، برداشت شده و عملکرد بیولوژیک وعملکرد دانه بدست آمد، شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک محاسبه گردید (امام، ۱۳۹۰). همچنین از هر کرت یک نمونه تصادفی شامل بیست ساقه بارور تهیه شد. برای تعیین وزن خشک نمونه‌ها، از نگهداری در آون تهویه‌دار به مدت ۲۴ ساعت دردمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. برای اندازه‌گیری وزن هزاردانه نیز چهار نمونه صدتایی از بذرهای تمیز شده توزین و براساس وزن آنها وزن هزاردانه مشخص شد. برای محاسبه آهنگ تجمع عملکرد بیولوژیک، آهنگ ازدیاد عملکرد دانه و سرعت پر شدن دانه از روابط زیر استفاده شد (Reynolds et al., 1998).

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده ازنرم‌افزار SAS (ver. 9.1) انجام شد.

انجام تجزیه واریانس، آزمون یکنواختی واریانس (آزمون بارتلت) بر روی داده‌ها انجام شد و با توجه به همگنی واریانس‌ها، داده‌های دو سال تجزیه مرکب شدند. با توجه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.4.1]

عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)

طول دوره زندگی گیاه (روز)

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)

طول دوره زندگی گیاه (روز)

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)

طول دوره پر شدن دانه (روز)

= آهنگ تجمع عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار در روز)

= آهنگ ازدیاد عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار در روز)

= سرعت پر شدن دانه (کیلوگرم در هکتار در روز)

به عدم معنی‌داری برهمکنش رقم با سال و رقم با سال با رژیم آبیاری برای کلیه صفات، از میانگین داده‌های دو سال برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث:

افت دمای سایه‌انداز گیاهی:

قطع آبیاری پس از گل‌دهی باعث کاهش معنی‌دار افت دمای سایه‌انداز گیاهی در هر چهار مرحله اندازه‌گیری، شد (جدول ۴ و ۵). نتایج نشان داد در هر دو شرایط آبیاری در سطح یک درصد همبستگی مثبت و معنی داری بین عملکرد دانه و شاخص افت دمای سایه‌انداز گیاهی در هر چهار مرحله اندازه‌گیری وجود دارد (جدول ۶).

بدین مفهوم که در هر دو شرایط آبیاری ارقامی که عملکرد زیادتری داشتند، افت دمای سایه‌انداز آنها نیز بالاتر بود (شکل ۱).

وجود رابطه مستقیم بین شاخص افت دمای سایه‌انداز گیاهی و عملکرد دانه در شرایط با و بدون تنش خشکی توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (Rynolds *et al*., 1998; Balota *et al*.,2008; Balota *et al*., 2007). در مطالعات دیگر بر روی برنج، نیز مشخص شد که میزان آب موجود در خاک بر دمای سایه‌انداز گیاهی تاثیرگذار است و با افزایش میزان آب در خاک دمای سایه‌انداز گیاهی پایین می‌باشد (Wen-zhong *et al*., 2007).

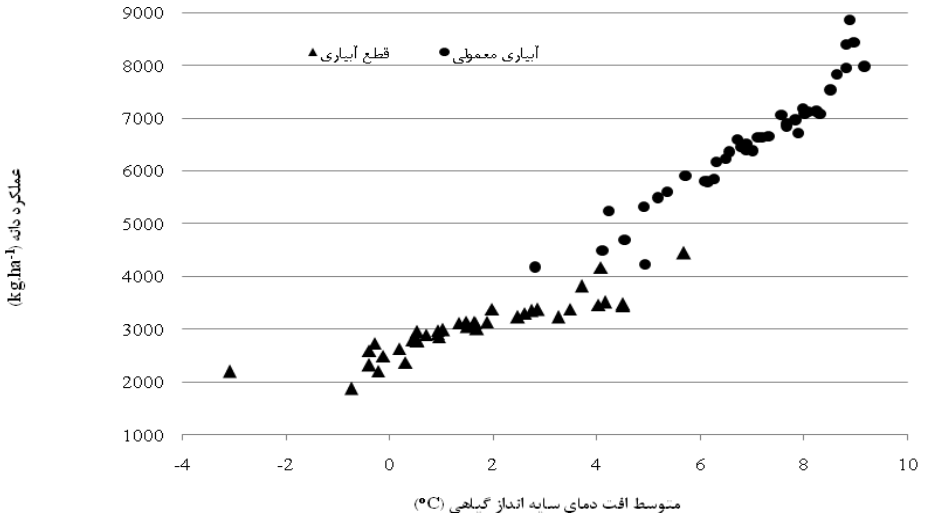
تعرق ساز و کار خنک کننده در گیاه است، در شرایط بدون تنش خشکی روزنه‌های گیاه باز است و گیاه همزمان با انجام فتوسنتز، تعرق نیز انجام می‌دهد که نتیجه این امر خنک شدن تعرقی گیاه و تولید ماده خشک است ولی در شرایط وجود تنش خشکی با توجه به بسته شدن نسبی روزنه‌ها، فرآیند تعرق نیز انجام نگرفته و به تدریج دمای درونی گیاه زیادتر می‌شود وتولید در چنین شرایطی کاهش خواهد یافت (امام و نیک نژاد، ۱۳۹۰). بنابراین به نظر می‌رسد شاخص افت دمای سایه‌انداز گیاهی، شاخص مناسبی برای انتخاب ارقام مقاوم به خشکی و شناسایی ارقام با عملکرد بالا در شرایط آبیاری معمولی باشد. اختلاف بین افت دمای سایه‌انداز گیاهی در دو سال اجرای آزمایش به دلیل تفاوت در متوسط درجه حرارت دو سال آزمایش می‌باشد. همانطور که در جدول ۱ نشان داده شد در سال دوم آزمایش دما نسبت به سال اول در اردیبهشت و خرداد که دوره موثر پر شدن دانه بود به ترتیب ۰/۷ و ۱/۴ درجه سانتی‌گراد بیشتر بود که این امر باعث کمتر بودن افت دمای سایه‌انداز گیاهی در سال اول نسبت به سال دوم بود.

تعداد دانه در واحد سطح:

تیمار قطع آبیاری اثر معنی‌داری بر میانگین تعداد دانه در واحد سطح ارقام مورد مطالعه داشت (جدول ۴). میانگین تعداد دانه در واحد سطح در بین ارقام در اثر قطع آبیاری

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.4.1]



شکل ۱-رابطه بین عملکرد دانه ارقام گندم نان و شاخص افت دمای سایه انداز گیاهی (میانگین چهار اندازه‌گیری)

پس از گل‌دهی ۳۱/۴ درصد کاهش یافت (شکل۲).

بیشترین تعداد دانه در واحد سطح (متر مربع) در شرایط آبیاری معمولی در رقم‌های قدس، نوید، کرج-۲ و الوند مشاهده شد. در شرایط قطع آبیاری پس از گل‌دهی بیشترین تعداد دانه در واحد سطح (متر مربع) در رقم‌های نوید و بهار مشاهده شد (جدول ۵). ارقام الوند و مغان-۲ به ترتیب بیشترین (۵۵/۱ درصد) و کمترین (۷/۸ درصد) میزان کاهش تعداد دانه در واحد سطح در اثر قطع آبیاری پس از گل‌دهی را نشان دادند.

کاهش تعداد دانه در اثر تنش خشکی به دلیل کاهش تعداد سنبلک در سنبله و تعداد دانه در سنبلک صورت می‌گیرد (امام و نیک نژاد، ۱۳۹۰). بنا به اعتقاد برخی پژوهشگران این مسئله ممکن است از عدم باروری دانه‌های گرده ناشی شود (امام، ۱۳۹۰) ناباروری دانه‌های گرده نیز به افزایش آبسیزیک اسید (ABA) نسبت داده شده است (Siani and Aspinall 1981). بعلاوه، نتایج برخی پژوهش‌ها حاکی از آن است که تنش خشکی در دوره گرده‌افشانی نمو آندوسپرم و رویان را متوقف می‌کند (Westgate and Boyer 1986).

وزن هزار دانه:

میانگین وزن هزار دانه ارقام مورد مطالعه در اثر قطع آبیاری پس از گل‌دهی ۳۱/۳ درصد کاهش یافت (شکل ۲). ارقام سیستان و مهدوی بیشترین وزن هزار دانه در شرایط آبیاری معمولی را به خود اختصاص دادند (۴۵ گرم)، در شرایط قطع آبیاری پس از گل‌دهی بیشترین وزن هزار دانه از رقم البرز (۳۵ گرم) بدست آمد (جدول ۵). در بین ارقام مورد مطالعه بیشترین درصد کاهش وزن هزار دانه در اثر قطع آبیاری پس از گل‌دهی در رقم پیشتاز مشاهده شد (۵۲/۸ درصد) و این درحالی است که رقم طبسی در اثر قطع آبیاری از نظر این صفت کاهشی نشان نداد. و کاهش سرعت پر شدن دانه سبب کاهش میانگین وزن دانه و کاهش عملکرد دانه می-شود (Royo et al., 2000).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.4.1]

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس مرکب افت دمای سایه انداز گیاهی، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم نان در شرایط آبیاری معمولی و قطع آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات										
		CTD1	CTD2	CTD3	CTD4	تعداد دانه	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت	آهنگ تجمع عملکرد بیولوژیک	آهنگ تجمع عملکرد دانه	سرعت پر شدن دانه
سال (Y)	۱	۹۲۰**	۱۲/۲۳*	۱۸۲**	۱۱۹**	۴۸۳۹۹۸۵*	۰/۰۰۱^{NS}	۱۴۱۶۳۶**	۳۷۷۱*	۲۲۶**	۹/۹۵**	۰/۰۰۴^{NS}	۹/۸۲**
تکرار(سال)	۶	۱۰۸	۶۳/۴۴	۶۲/۹۲	۷۶/۲	۲۳۷۰۳۲۱۹	۰/۰۰۲	۳۴۲۸۹۳	۵۳۹۴۱	۲۰/۷	۹/۳۴	۱/۴۵	۱۹/۱
رژیم آبیاری	۱	۷۰۴۳**	۱۹۸۹**	۴۶۴۳**	۵۴۴۶**	۸۷۹۰۹۷۲۹۷۷**	۰/۰۱۵**	۴۶۷۰۴۶۶۶**	۱۸۹۵۰۴۴۷**	۱۹۵۸۷**	۱۰۸۹**	۴۹۶**	۳۷۴۹**
Y ×I	۱	۵۷/۸**	۷۳/۵۰**	۳۰/۸۴**	۰/۰۱۱^{NS}	۸۱۴۸۶۷۳**	۰/۰۰۱^{NS}	۶۰۹۸۶^{NS}	۲۲۸۱^{NS}	۴/۰۹^{NS}	۲/۲۵^{NS}	۰/۱۶۲**	۱/۷۵^{NS}
خطای الف	۶	۱۲۰	۶۲/۲	۵۶/۵۶	۷۴/۵	۲۸۶۰۷۴۸**	۰/۰۰۲^{NS}	۶۹۷۷۸^{NS}	۱۹۱۶*	۱۰۳**	۱/۸۲*	۰/۰۳۹^{NS}	۲/۵۴**
رقم (C)	۳۹	۱۳/۲**	۱۲/۳**	۱۰/۰۸**	۱۰/۹**	۲۵۶۳۴۱۲۴۷**	۰/۰۰۲**	۳۶۵۴۶۸**	۶۹۵۸۵**	۱۲۵**	۱۰/۳**	۱/۹۱**	۴۱/۵**
I×C	۳۹	۶۲۰**	۲۰/۳**	۲۵/۱**	۳۳/۲**	۵۹۰۷۳۳۲۷**	۰/۰۰۱**	۱۷۶۱۱۱**	۴۷۴۵۳**	۶۴/۳**	۵/۴۰**	۱/۳۳	۲۱/۹**
Y×C	۳۹	۰/۷۱۹^{ns}	۰/۲۷۲^{NS}	۰/۲۳۶^{NS}	۰/۴۸۵^{NS}	۵۲۱۸۶۱^{NS}	۰/۰۰۳^{NS}	۸۴۸۱^{NS}	۴۳۵^{NS}	۲/۷۰^{NS}	۰/۲۷۵^{NS}	۰/۰۱۴^{NS}	۰/۳۹۲^{NS}
I×C×Y	۳۹	۰/۴۲۵^{ns}	۰/۲۷۸^{NS}	۰/۳۶۸^{NS}	۰/۸۰۶^{NS}	۳۶۳۷۰۴^{NS}	۰/۰۰۴^{NS}	۶۵۵۹^{NS}	۳۲۳^{NS}	۲/۵۷^{NS}	۰/۲۱۳^{NS}	۰/۰۱^{NS}	۰/۳۶۶^{NS}
خطای ب	۴۶۸	۲/۶۱۸	۱/۹۴۰	۲/۶۱	۲/۶۸	۷۹۱۹۲۸	۰/۰۰۱	۲۵۱۳۳۸	۷۱۲/۱۱	۱۳/۷۰	۰/۷۷	۰/۰۲۱	۰/۶۰۸
ضریب تغییرات (درصد)		۳۰/۴	۲۹/۶	۳۰/۴	۳۰/۳	۴/۵	۳/۳	۱۲/۴	۵/۶	۱۰/۱	۱۲/۴	۵/۶	۷/۶

CTD : افت دمای سایه انداز گیاهی

NS ، * و **به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و معنی‌دار درسطح ۱ درصد

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.4.1]
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

جدول ۵-مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم نان در شرایط آبیاری معمولی و قطع آبیاری

رقم	آبیاری معمولی					قطع آبیاری				
	تعداد دانه در متر مربع	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در	عملکرد دانه (کیلوگرم در مکتار)	شاخص برداشت (درصد)	تعداد دانه در متر مربع	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در	عملکرد دانه (کیلوگرم در مکتار)	شاخص برداشت (درصد)
اترک	۲۲۲۵۰	۲۹	۱۴۹۵۷	۵۸۰۳	۳۹/۰	۱۱۵۲۰	۱۹	۷۴۰۷	۲۲۰۰	۲۹/۷
البرز	۱۲۵۳۸	۴۲	۱۳۳۴۰	۴۶۹۴	۳۶/۶	۱۱۳۲۹	۳۵	۱۳۵۵۸	۳۵۱۹	۲۶/۶
الموت	۲۳۰۱۸	۲۷	۱۳۰۴۲	۵۴۹۹	۴۲/۳	۱۴۰۷۷	۲۴	۸۷۵۰	۳۰۵۷	۳۵/۰
الوند	۳۰۹۷۲	۲۵	۱۶۵۳۹	۷۰۹۸	۴۳/۰	۱۳۸۵۹	۲۳	۹۴۰۳	۲۹۱۶	۳۱/۱
امید	۲۵۱۰۱	۳۰	۱۴۵۹۷	۶۶۴۴	۴۵/۶	۱۶۶۳۲	۲۱	۱۰۸۵۹	۳۱۴۴	۳۰/۶
اینیا	۲۶۹۲۵	۲۹	۱۵۹۵۳	۶۸۵۴	۴۳/۱	۱۵۹۴۱	۲۰	۹۳۵۲	۲۸۶۱	۳۱/۵
آزادی	۳۰۰۰۴	۲۵	۱۵۲۳۳	۶۶۴۳	۴۴/۴	۲۰۶۲۲	۱۸	۱۲۴۰۶	۳۳۸۲	۲۷/۹
بم	۱۷۵۹۸	۴۱	۱۶۵۲۸	۶۴۰۸	۳۹/۰	۱۴۹۵۴	۲۴	۱۰۴۴۷	۳۲۳۵	۳۱/۱
بهار	۲۹۰۲۲	۲۷	۱۷۰۱۲	۷۰۶۵	۴۲/۴	۲۲۳۶۷	۱۷	۱۱۰۹۲	۳۴۸۰	۳۱/۹
بیات	۱۶۷۲۱	۲۸	۱۱۷۳۶	۴۱۸۶	۳۵/۷	۱۴۹۰۹	۱۸	۹۳۵۱	۲۳۷۹	۲۵/۵
پیشتاز	۲۰۳۵۴	۳۶	۱۵۰۷۴	۶۳۹۰	۴۲/۵	۱۸۱۵۴	۱۷	۸۹۷۹	۲۷۴۲	۳۱/۰
چناب	۲۱۲۱۳	۳۰	۱۴۵۱۵	۵۶۱۳	۳۹/۱	۱۰۷۳۵	۲۷	۸۴۷۷	۲۵۹۵	۳۰/۶
رسول	۲۳۹۷۶	۳۱	۱۷۸۱۱	۶۶۵۹	۳۹/۵	۱۳۴۴۸	۲۲	۱۱۱۹۸	۲۶۳۴	۲۳/۸
روشن	۱۸۵۶۸	۳۶	۱۴۶۸۶	۵۹۰۹	۴۰/۴	۱۴۶۳۵	۱۸	۸۴۱۵	۲۳۲۲	۲۷/۶
زرین	۳۰۰۸۹	۳۰	۱۷۸۷۵	۷۹۵۳	۴۴/۷	۲۱۱۸۷	۱۸	۱۰۸۶۷	۳۳۸۶	۳۱/۲
سایسون	۲۸۴۷۸	۲۵	۱۴۲۹۶	۶۳۶۹	۴۴/۶	۲۰۱۲۳	۱۷	۹۹۹۰	۳۰۵۳	۳۰/۶
سبلان	۱۹۳۸۳	۳۴	۱۳۹۵۹	۵۸۰۶	۴۱/۶	۱۳۶۰۸	۲۳	۸۷۶۷	۲۷۹۲	۳۲/۰
سرخه‌تخم	۱۳۴۷۸	۳۶	۱۰۴۹۳	۴۲۳۸	۴۰/۴	۱۲۲۷۳	۲۹	۸۴۳۱	۳۱۲۴	۳۷/۱
سرداری	۱۸۷۸۲	۳۹	۱۶۵۷۳	۶۴۵۴	۳۹/۰	۱۴۹۹۲	۲۴	۹۹۳۲	۳۲۳۵	۳۲/۷

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.4.1]

ادامه جدول ۵

ارقام	تعداد دانه در متر	وزن هزار دانه	آبیاری معمولی عملکرد بیولوژیک	آبیاری معمولی عملکرد دانه (تن در هکتار)	آبیاری معمولی شاخص برداشت	قطع آبیاری تعداد دانه در متر مربع	قطع آبیاری وزن هزار دانه	قطع آبیاری عملکرد بیولوژیک	قطع آبیاری عملکرد دانه (تن در هکتار)	قطع آبیاری شاخص برداشت
سیستان	۱۹۴۸۲	۴۵	۱۷۲۹۳	۷۸۳۱	۴۵/۳	۱۳۰۱۳	۲۷	۱۰۶۰۷	۳۱۴۵	۲۹/۶
شاهپسند	۱۶۹۵۲	۳۰	۱۲۶۹۷	۴۵۰۱	۳۵/۴	۱۲۸۲۶	۱۹	۸۸۵۲	۲۲۰۹	۲۵/۸
شعله	۱۸۳۶۷	۳۶	۱۴۱۸۰	۵۸۵۱	۴۱/۳	۱۱۵۷۶	۱۸	۷۵۰۴	۱۸۷۸	۲۵/۵
شیراز	۲۷۷۳۸	۳۲	۱۶۸۱۸	۷۹۸۸	۴۷/۴	۱۴۵۸۱	۱۹	۷۲۸۸	۲۴۹۸	۳۴/۳
شیرودی	۳۰۵۲۱	۳۳	۱۹۰۷۳	۸۸۶۴	۴۶/۴	۲۱۳۶۴	۱۸	۱۱۲۲۷	۳۴۶۷	۳۱/۲
طبسی	۲۱۳۳۵	۲۸	۱۴۰۳۴	۵۳۲۵	۳۸/۰	۱۲۳۸۷	۲۸	۱۰۴۷۶	۳۸۲۱	۳۷/۰
عدل	۲۲۷۳۴	۳۴	۱۵۳۹۹	۶۹۰۲	۴۴/۸	۱۶۵۴۹	۲۸	۱۱۸۰۹	۴۱۷۹	۳۵/۳
فلات	۲۶۳۸۳	۲۸	۱۴۳۶۴	۶۶۰۵	۴۶/۲	۱۵۸۷۰	۲۴	۱۰۵۲۵	۳۴۴۶	۳۳/۳
قدس	۳۲۴۶۶	۲۵	۱۶۵۲۹	۷۰۸۳	۴۲/۹	۲۰۶۲۳	۱۶	۹۰۷۵	۲۹۴۹	۳۲/۳
کراس‌شاهی	۱۹۱۷۵	۳۱	۱۲۵۴۷	۵۲۴۱	۴۱/۹	۱۳۸۷۴	۲۴	۹۱۱۴	۲۹۸۷	۳۲/۸
کرج ۱	۲۵۷۳۵	۲۷	۱۶۷۵۵	۶۱۷۴	۳۷/۳	۱۶۱۵۳	۲۱	۱۱۵۶۹	۳۱۲۱	۲۶/۹
کرج ۲	۳۱۴۸۲	۳۰	۲۱۰۲۹	۸۴۰۳	۴۰/۱	۱۸۷۲۶	۱۷	۱۲۴۶۳	۲۸۹۸	۲۶/۲
گلسپارد	۲۶۶۴۶	۲۷	۱۴۸۱۰	۶۵۱۷	۴۴/۱	۱۷۰۳۶	۲۰	۸۰۷۸	۳۰۱۲	۳۷/۴
گلستان	۲۳۶۲۰	۳۲	۱۶۲۶۵	۶۷۱۸	۴۱/۳	۱۳۰۴۳	۲۷	۸۸۰۸	۳۱۳۸	۳۵/۶
مارون	۲۱۰۵۵	۳۳	۱۴۲۷۹	۶۲۳۳	۴۴/۳	۱۲۵۷۶	۲۵	۷۹۴۹	۲۷۸۱	۳۴/۹
مرودشت	۲۸۵۷۹	۳۰	۱۶۵۴۷	۷۵۴۵	۴۵/۶	۱۸۶۹۲	۱۸	۹۰۵۷	۲۹۷۶	۳۳/۰
مغان ۲	۲۳۳۶۷	۳۵	۱۶۰۸۵	۷۱۸۳	۴۴/۹	۲۱۵۴۲	۲۳	۱۲۲۹۹	۴۴۴۵	۳۶/۲
مهدوی	۱۷۹۵۸	۴۵	۱۶۹۰۷	۷۱۳۷	۴۲/۲	۱۵۶۱۷	۲۵	۱۲۶۹۴	۳۳۷۶	۲۶/۹
نوید	۳۱۱۵۶	۲۹	۱۸۷۰۰	۸۴۴۰	۴۵/۲	۲۳۶۲۲	۱۶	۱۰۷۵۴	۳۳۰۷	۳۰/۸
نیکنژاد	۲۵۹۷۸	۳۰	۱۶۷۰۷	۶۹۷۲	۴۱/۷	۱۵۹۹۸	۲۳	۹۵۳۱	۳۳۵۵	۳۵/۳
هیرمند	۲۲۹۴۳	۳۵	۱۴۸۵۸	۷۱۲۸	۴۸/۰	۱۲۸۸۶	۲۴	۱۰۹۳۰	۲۸۰۱	۲۵/۸
LSD	۱۷۶۹/۴	۱/۶	۲۷۵۴	۵۹۵	۶/۰	۱۳۱۲/۷	۱/۶	۲۹۱۸	۲۸۲	۷/۳

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.4.1]

جدول ۶- ضرایب همبستگی پیرسون برای افت دمای سایه‌انداز گیاهی و عملکرد دانه

	رژیم آبیاری	CTD1	CTD2	CTD3	CTD4
عملکرد دانه	آبیاری معمولی	۰/۹۶**	۰/۹۵**	۰/۹۱**	۰/۹۵**
	قطع آبیاری پس از گل‌دهی	۰/۸۷**	۰/۹۵**	۰/۹۱**	۰/۸۸**

** معنی‌دار درسطح ۱درصد

CTD: Canopy Temperature Depression

پژوهشگران زیادی کاهش وزن دانه در اثر تنش خشکی را گزارش کرده‌اند (امام، ۱۳۹۰؛ Sio-Se Mardeh *et al*., 2006; Foulkes *et al*., 2001; Kirigwi *et al*., 2004). Guttieri و همکاران (۲۰۰۱) دلیل اصلی کاهش عملکرد ارقام گندم را در درجه اول کاهش وزن هزار دانه و در درجه دوم کاهش تعداد دانه در واحد سطح گزارش کردند. Boyer (۱۹۹۶) نیز نشان داد که تنش خشکی بهاره در منطقه استرالیا، که در مرحله پر شدن دانه و بطور ناگهانی اتفاق می‌افتد، منجربه کاهش شدید میانگین وزن هزار دانه می‌گردد. Marc و همکاران (۱۹۸۵) گزارش کردند که تنش خشکی بعد از گل‌دهی باعث کاهش تعداد سلول‌های اندوسپرم دانه در قاعده و راس سنبله شده و در نهایت وزن دانه را کاهش می‌دهد. تنش خشکی پس از گل‌دهی موجب کوتاه‌تر شدن طول دوره پر شدن دانه و تشدید تنش خشکی به علت گرم‌تر شدن دمای هوا باعث ریزتر شدن دانه‌ها و کاهش وزن دانه‌ها می‌گردد (امام و نیک نژاد، ۱۳۹۰). بعلاوه در شرایط تنش خشکی، برای جلوگیری از هدر روی بیش از حد آب، روزنه‌ها بسته می‌شود که این موضوع در نهایت باعث کاهش فتوسنتز جاری و کاهش مواد پرورده برای پر شدن دانه‌ها شده و در نهایت وزن دانه‌ها کاهش می‌یابد (امام، ۱۳۹۰).

عملکرد دانه:

عملکرد دانه در بین صفات مورد بررسی بیشترین کاهش (۵۲/۸ درصد) را از تنش خشکی پذیرفت (شکل۲). در شرایط آبیاری معمولی بیشترین عملکرد دانه به میزان ۸۸۶۴ کیلوگرم از هکتار در رقم شیرودی بدست آمد که در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری با ارقام نوید و کرج-۲ نداشت. رقم مغان-۲ با عملکرد دانه ۴۴۴۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه در شرایط قطع آبیاری پس از گل‌دهی را به خود اختصاص داد که تفاوت معنی‌داری با رقم عدل در سطح یک درصد نداشت (جدول ۵). بیشترین و کمترین درصد کاهش عملکرد دانه در اثر قطع آبیاری پس از گل‌دهی به ترتیب در رقم شیراز (۶۷/۸ درصد) و البرز (۲۵ درصد) مشاهده شد که این امر نشان از حساسیت بالای رقم شیراز به تنش خشکی آخر فصل است. یکی از دلایل کاهش عملکرد دانه در اثر قطع آبیاری کاهش سرعت پر شدن دانه در نتیجه قطع آبیاری است (شکل ۴). همچنین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و افت دمای سایه‌انداز گیاهی در هر دو شرایط آبیاری (جدول ۶) نشان دهنده این موضوع می‌باشد که ارقامی که در شرایط قطع آبیاری پس از گلدهی توانسته‌اند روزنه‌ها را باز نگه دارند و همزمان عمل تعرق و فتوسنتز را انجام دهند، آسیب کمتری را در اثر قطع آبیاری متحمل شده‌اند و دارای عملکرد بیشتری هستند. در شرایط آبیاری معمولی نیز افت دمای سایه‌انداز زیادتر به معنای شرایط رطوبتی مناسب‌تر، تعرق و فتوسنتز بیشتر و در نهایت عملکرد دانه بیشتر می‌باشد کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی آخر فصل مورد توجه سایر پژوهشگران هم قرار گرفته است(Kirigwi *et al*., 2004; Rajjala *et al*., 2009). Gonalez و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز خالص شده و در نهایت عملکرد دانه را کاهش می‌دهد. با توجه به تسریع پیری برگ‌ها، کاهش فتوسنتز گیاه و کوتاه شدن مدت دانه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.4.1]

می‌باشند کاهش می‌یابد، و این امر در نهایت کاهش عملکرد دانه را در پی خواهد داشت (امام، ۱۳۹۰).

با توجه به نمودار دو طرفه عملکرد ارقام گندم در دو شرایط آبیاری (شکل ۳) ارقامی که در ناحیه ۳ (سمت راست و بالا) نمودار قرار دارند مانند شیرودی در هر دو شرایط آبیاری اعمال شده دارای عملکرد دانه زیادتر از متوسط بودند و برای کشت در هر دو شرایط آبی مناسب می‌باشند. ارقامی مثل کرج-۲ که در ناحیه ۴ نمودار (سمت راست وپایین) قرار دارند در شرایط آبیاری معمولی عملکرد بالاتر از متوسط دارند، ولی حساسیت این ارقام به تنش خشکی آخر فصل نیز زیاد است و کشت آنها فقط در شرایط آبیاری معمولی قابل توصیه است. ارقامی که در ناحیه ۲ نمودار قرار دارند (سمت چپ و بالا) مانند طبسی در شرایط تنش خشکی آخر فصل عملکردی زیادتر از متوسط دارند ولی در شرایط آبیاری معمولی عملکرد آنها پایین است. ارقامی مانند شعله که در ناحیه ۱ نمودار قرار دارند (سمت چپ و پایین) در هر دو شرایط آبیاری عملکرد پایین‌تر از متوسط زمان مراحل نموی گیاه در اثر تنش خشکی، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه که از اجزای بسیار مهم عملکرد داشتند و به نظر می‌رسد برای هیچ یک از شرایط آبیاری مورد مطالعه، در این منطقه مورد مطالعه مناسب نباشند.

بین عملکرد دانه در شرایط قطع آبیاری پس از گل‌دهی و آبیاری معمولی همبستگی وجود نداشت (شکل ۳) این بدان معناست که عملکرد دانه در شرایط آبیاری معمولی و تنش رطوبتی آخر فصل از یکدیگر مستقل می‌باشند.

نتایج مشابهی مبنی بر مستقل بودن عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش رطوبتی بدست آمد (Fernandez, 1992)، در حالیکه پژوهشگران دیگری از وجود همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط با و بدون تنش خشکی خبرداده‌اند (کرمی و همکاران، ۱۳۸۴; فرشادفر و همکاران، ۱۳۸۰ ;Golabadi *et al*., 2006).

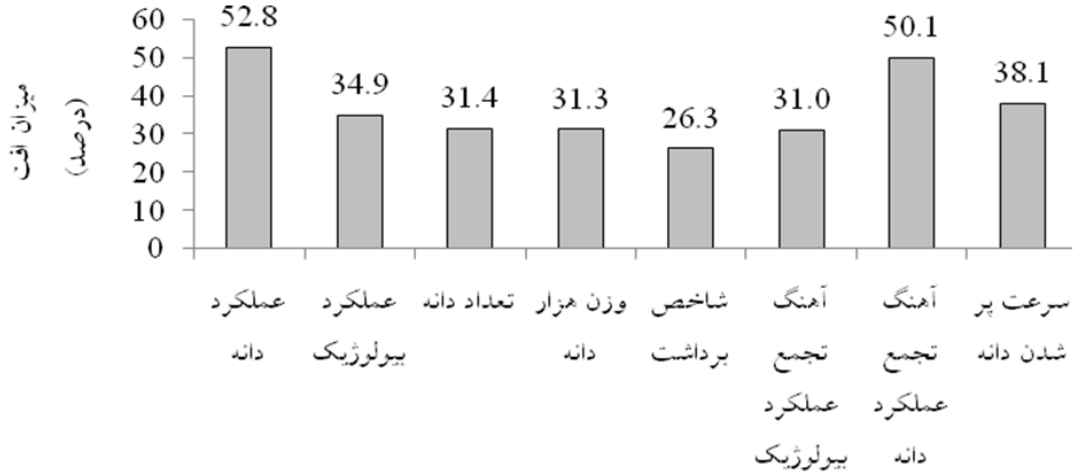
عملکرد بیولوژیک:

قطع آبیاری باعث کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک شد (جدول ۴)، میانگین کاهش عملکرد بیولوژیک در کل ارقام ۳۴/۹ درصد بود (شکل ۲). در شرایط آبیاری معمولی بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک از رقم کرج-۲۱۰۲۹ (۲۱۰۲۹ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد که در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری با ارقام نوید و شیرودی نداشت. در شرایط قطع آبیاری پس از گل‌دهی بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک در رقم البرز (۱۳۵۵۸ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد که با ارقام چمران، مهدوی، کرج-۲، آزادی، مغان-۲، عدل، کرج-۱، شیرودی، رسول، بهار، هیرمند، زرین، امید و نوید در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). در بین ارقام بیشترین درصد کاهش عملکرد بیولوژیک (۵۶/۷ درصد) در اثر قطع آبیاری پس از گل‌دهی در رقم شیراز مشاهده شد.در شرایط تنش خشکی پیری زودرس اندام‌های فتوسنتز کننده و همچنین کاهش فتوسنتز جاری گیاه باعث کاهش کل زیست‌توده تولیدی می‌گردد امام (۱۳۹۰)، Mohammadi و همکاران (۲۰۰۶) و Pireivatlou و همکاران (۲۰۱۰) نیز نتایج مشابهی مبنی بر کاهش عملکرد بیولوژیک در اثر تنش خشکی گزارش کردند.

تنش خشکی از طریق کاهش هدایت روزنه‌ای به دلیل بسته شدن روزنه‌ها و اختلال در متابولیسم باعث کاهش میزان فتوسنتز می‌شود (Brenner and Cheikh, 1995; Tezara *et al.*, 1999; Lawson *et al*., 2003; Liang *et al*., 2002). محدودیت‌های روزنه‌ای به عنوان عامل اصلی کاهش فتوسنتز در شرایط تنش خشکی گزارش شده است (Cornic, 2000). متوسط دمای بیشتر در سال دوم آزمایش در دوره موثر پر شدن دانه (جدول ۱) باعث کوتاه شدن طول دوره پر شدن دانه و در نتیجه کاهش عملکرد دانه و زیست توده در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۸ شد. کوتاه شدن طول دوره پر شدن دانه و در نتیجه کاهش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.4.1]



شکل ۲- افت صفات مورد مطالعه در ارقام گندم نان در اثر قطع آبیاری

کوتاه شدن طول دوره پر شدن دانه و در نتیجه کاهش عملکرد دانه و زیست توده در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۸ شد. دمای بالاتر در سال دوم به علاوه باعث تشدید تنش خشکی از طریق گرم‌تر کردن محیط و منفی‌تر شدن پتانسیل آب هوا نسبت به پتانسیل آب برگ و در نتیجه باعث تشدید تنش خشکی و افت عملکرد در سال دوم انجام آزمایش نسبت به سال اول شده است.

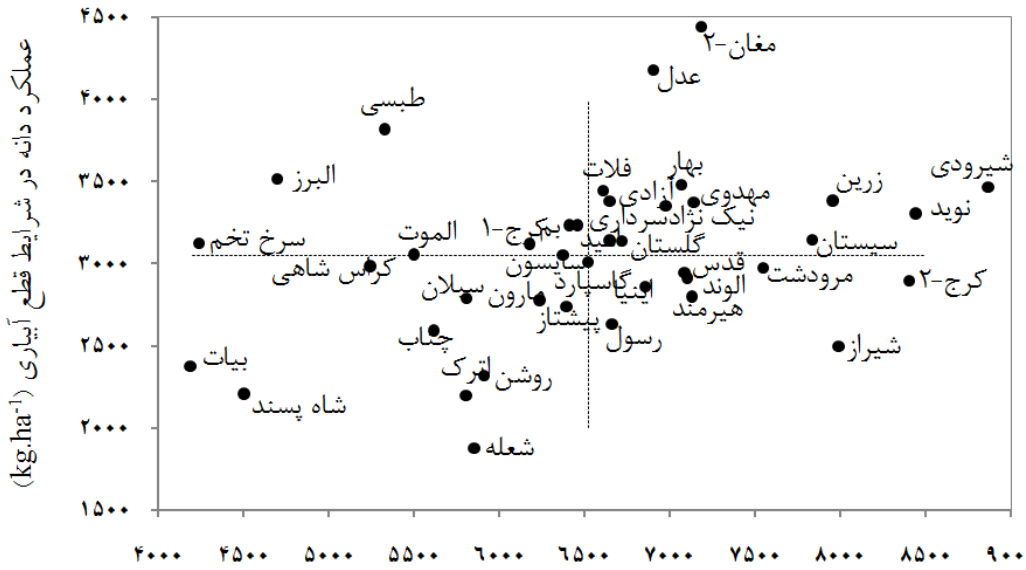
شاخص برداشت:

قطع آبیاری پس از گل‌دهی باعث کاهش شاخص برداشت شد (جدول ۴). میانگین شاخص برداشت ارقام گندم مورد مطالعه در اثر قطع آبیاری ۲۶/۳ درصد کاهش یافت (شکل ۲). بیشترین میزان شاخص برداشت، در شرایط آبیاری معمولی به میزان ۴۸ درصد از رقم هیرمند و در شرایط قطع آبیاری به میزان ۳۷/۴ درصد پس از گل‌دهی از رقم گاسپارد بدست آمد (جدول ۵). بیشترین درصد کاهش شاخص برداشت در رقم هیرمند به میزان ۴۶/۳ درصد و کمترین میزان کاهش در رقم طبسی به میزان ۲/۶ درصد رخ داد. کاهش شاخص برداشت در اثر تنش خشکی آخر فصل توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (Foulkes *et al.*, 2001; Foulkes *et al.*, 2007; Sio-Se Mardeh *et al.*, 2006). با توجه به اینکه شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک بدست می‌آید و از آنجا که قطع آبیاری پس از گل‌دهی عملکرد دانه را با شدت کاهش می‌دهد، کاهش شاخص برداشت دور از انتظار نمی‌باشد (امام و نیک نژاد، ۱۳۹۰).

آهنگ تجمع عملکرد بیولوژیک:

قطع آبیاری دارای اثر معنی‌دار بر آهنگ تجمع عملکرد بیولوژیک بود (جدول ۴). در اثر تنش خشکی میانگین آهنگ تجمع عملکرد بیولوژیک در ارقام گندم مورد مطالعه ۳۱ درصد کاهش یافت (شکل۲) که همین امر نیز یکی از دلایل کاهش عملکرد بیولوژیک در اثر قطع آبیاری می‌باشد. در شرایط آبیاری معمولی بیشترین آهنگ تجمع عملکرد بیولوژیک در رقم گاسپارد مشاهده شد (۱۱۲ کیلوگرم در هکتار در روز) که در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری با ارقام طبسی و نیک‌نژاد نداشت. در شرایط قطع آبیاری پس از گل‌دهی بیشترین سرعت تولید عملکرد دانه در رقم امید بدست آمد (۷۸/۶ کیلوگرم در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.4.1]



شکل ۳- عملکرد دانه ارقام گندم در شرایط قطع آبیاری پس از گل‌دهی نسبت به شرایط آبیاری معمولی (خط چین عمودی میانگین عملکرد در شرایط آبیاری معمولی، خط چین افقی میانگین عملکرد در شرایط قطع آبیاری)

هکتار در روز) که در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری با ارقام روشن، نوید، مهدوی، بیات، گلستان، قدس، گاسپارد، سایسون و عدل نداشت (شکل ۴).

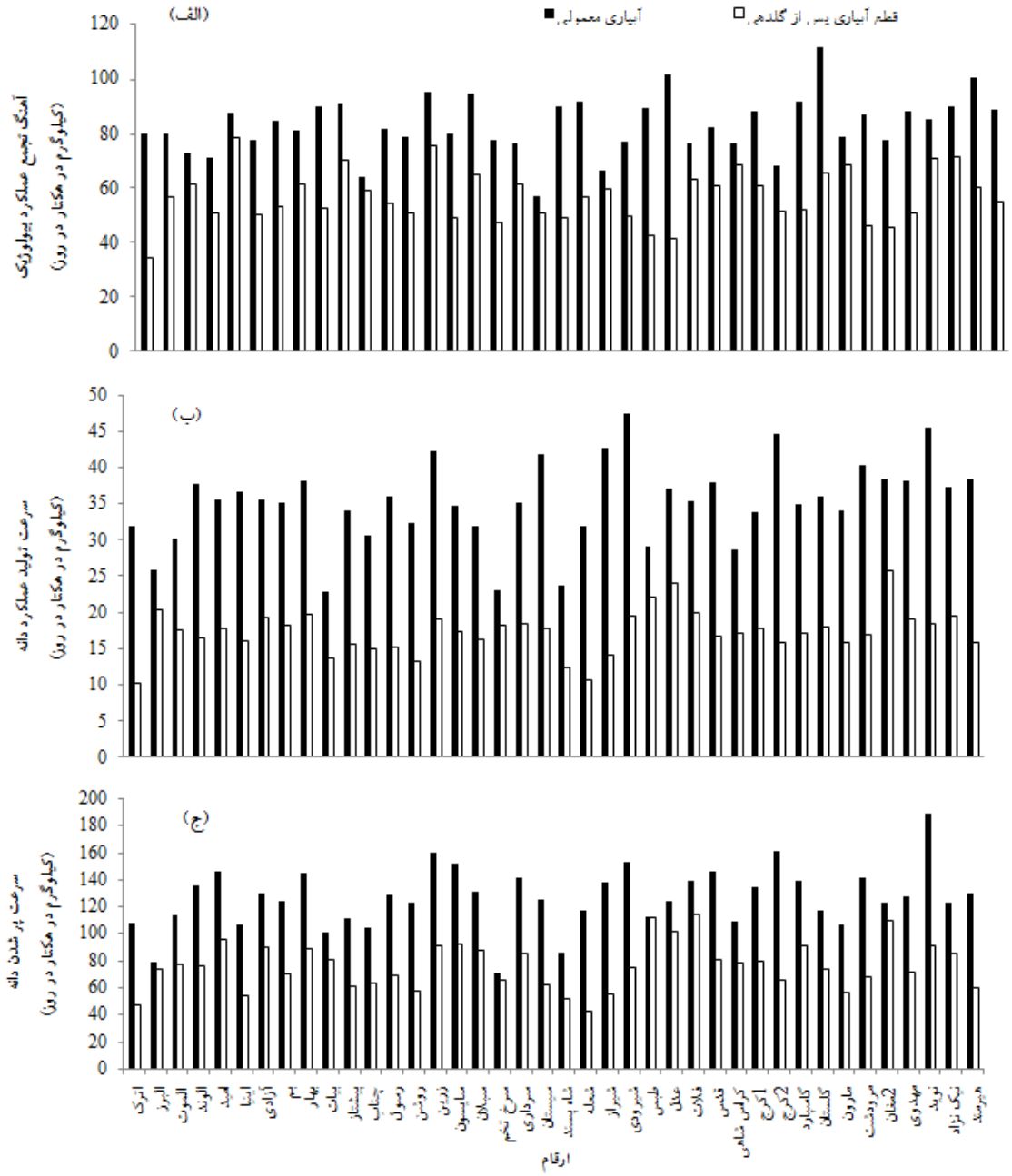
سرعت تولید عملکرد دانه:

قطع آبیاری پس از گل‌دهی باعث کاهش معنی‌دار آهنگ ازدیاد عملکرد دانه به میزان ۵۰/۱ درصد شد(جدول ۴ و شکل ۴). در شرایط آبیاری معمولی رقم شیرودی بیشترین سرعت تولید عملکرد دانه را داشت (۴۷/۴ کیلوگرم در هکتار در روز) که با ارقام نوید و کرج-۲ در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری نداشت. در شرایط قطع آبیاری پس از گل‌دهی بیشترین سرعت تولید عملکرد دانه در رقم مغان-۲ به میزان ۲۵/۷ کیلوگرم در هکتار در روز بدست آمد (شکل ۴) که با رقم عدل در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری نشان نداد. کاهش شدیدتر عملکرد دانه در اثر قطع آبیاری نسبت به کاهش طول دوره رشد گیاه باعث کاهش سرعت تولید عملکرد دانه در این گیاه شده است.

سرعت پر شدن دانه:

قطع آبیاری پس از گل‌دهی سرعت پر شدن دانه را به میزان ۳۸/۱ درصد کاهش داد(شکل ۴). در شرایط آبیاری معمولی بیشترین سرعت پر شدن دانه در رقم نوید به میزان ۱۸۹ کیلوگرم در هکتار در روز مشاهده شد و در شرایط قطع آبیاری پس از گل‌دهی بیشترین سرعت پر شدن دانه در رقم فلات به میزان ۱۱۴ کیلوگرم در هکتار در روز مشاهده شد (شکل ۴) که تفاوت معنی‌داری با ارقام طبسی، مغان-۲ و عدل در سطح یک درصد نداشت. در سایر تحقیقات نیز پژوهشگران ذکر کردند که تنش خشکی باعث کاهش سرعت پر شدن دانه گندم می‌شود (Wardlaw *et al*., 1980; Sofield *et al*., 1977). همچنین در سایر پژوهش‌ها نیز وجود تنوع در بین ارقام

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.4.1]



شکل۴-آهنگ تجمع عملکرد بیولوژیک (الف)، عملکرد دانه (ب) و سرعت پر شدن دانه در شرایط آبیاری معمولی و قطع آبیاری پس از گلدهی

گندم از نظرآهنگ تجمع عملکرد بیولوژیک، سرعت تولید عملکرد دانه و سرعت پر شدن دانه گزارش شده است (Reynolds *et al*., 1998).

نتیجه گیری:

با توجه به نتایج آزمایش در شرایط آبیاری معمولی بیشترین عملکرد دانه از ارقام شیرودی، نوید و کرج-۲

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.4.1]

بدست آمد و این ارقام مناسب برای کشت در شرایط آبیاری معمولی می‌باشند. در شرایط قطع آبیاری پس از گل‌دهی ارقام مغان-۲ و عدل بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. به نظر می‌رسد این دو رقم در شرایط اقلیمی مشابه، که تنش خشکی در آخر فصل شایع باشد، برای کشت مناسب باشند.

بعلاوه در اثر قطع آبیاری پس از گل‌دهی تعداد دانه در واحد سطح و وزن هزار دانه به نسبت مساوی کاهش یافت. در این آزمایش مشاهده شد شاخص افت دمای سایه‌انداز گیاهی شاخص مناسبی برای شناسایی مقاومت ارقام گندم به تنش خشکی آخر فصل می‌باشد. همچنین مشاهده شد تنش خشکی آخر فصل عملکرد دانه را با شدت بیشتری نسبت به طول فصل رشد کاهش می‌دهد و این موضوع نیز یکی از دلایل کاهش سرعت پر شدن دانه در شرایط تنش خشکی آخر فصل می‌باشد.

منابع:

امام ی. و م. نیک نژاد (۱۳۹۰) مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه شیراز .شیراز

امام، ی. (۱۳۹۰) زراعت غلات چاپ چهارم. انتشارات دانشگاه شیراز. شیراز.

فرشادفر، ا.، ا. زمانی، م. مطلبی و ا. امام جمعه (۱۳۸۰) انتخاب برای مقاومت به خشکی در لاین های نخود. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۲: ۶۵-۷۷.

کرمی، ع.، م. ر. قنادها، م. ر. نقوی و م. مرادی (۱۳۸۴) ارزیابی مقاومت به خشکی در جو. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۶: ۵۴۷-۵۶۰.

متقی، م. گ. نجفیان و م. ر. بی‌همتا (۱۳۸۸) اثر تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد دانه و کیفیت نانوایی ژنوتیپ‌های گندم هگزاپلویید. مجله علوم زراعی ایران. ۱۱: ۲۹۰-۳۰۶.

Amani, I., Fischer, R.A., and Reynolds, M.P. (1996) Canopy temperature depression association with yield of irrigated spring wheat cultivars in hot climate. Journal of Agronomy and Crop Science 176:119–129.

Andrew, K.B., Hammer, G.L., and Henzell, R.G. (2000) Does maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought? II. Dry matter production and yield. Crop Science 40: 1037-1048.

Balota, M., Payne, W.A., Evett, S.R. and Lazar, M.D. (2007) Canopy temperature depression sampling to assess grain yield and genotypic differentiation in winter wheat. Crop Science 47: 1518–1529.

Balota, M., Payne, W.A., Evett, S.R., Lazar, M.D. and Peters, T.R. (2008) Morphological and physiological traits associated with canopy temperature depression in three closely related wheat lines. Crop Science 48: 1897-1910.

Blum, A., Mayer, J., and Gozlan, G. (1982) Infrared thermal sensing of plant canopies as a screening technique for dehydration avoidance in wheat. Field Crops Research 5: 137–146.

Blum, A., Shipiler, L., Golan, G., and Mayer, J. (1989) Yield stability and canopy temperature of wheat genotypes under drought stress. Field Crops Research 22: 289–296.

Boyer, J.S. (1996) Advances in drought tolerance in plants. Advance in Agronomy 59. 187- 218.

Brenner, M.L. and Cheikh, N. (1995)The role of hormones in photosynthate partitioning and seed filling. In: Plant Hormones. (ed. Davies, P. J.) 649-670. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

Brocklehurst, P. A. (1977) Factors controlling grain weight in wheat. Nature 266: 348-9.

Brooks, A., Jenner, C.F., and Aspinall, D. (1982) Effect of water deficit on endosperm starch granules and grain physiology of wheat and barley. Australian Journal of Plant Physioligy 9: 423–436.

Cornic, G. (2000) Drought stress inhibits photosynthesis by decreasing stomatal aperture by affecting ATP synthesis. Trends Plant Scienace 5: 187–188.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.4.1]

Netherlands Journal of Plant Breeding 103: 293-299.

Gonzalez, A., Bermejo, V. and Gimeno, B. S. (2010) Effect of different physiological traits on grain yield in barley grown under irrigated and terminal water deficit conditions. Journal of Agricultural Science 148: 319–328.

Guttieri, M.J., Stark, J.C., O'Brien, K., and Souza, E. (2001) Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. Crop Science 41: 327–335.

Hatfield, J. L., Quinsenberry, J. E. and Dilbeck, R. E. (1987) Use of canopy temperature to identify water conservation in cotton germplasm. Crop Science 27: 269–273.

Hochman, Z. (1982) Effect of water stress with phasic development on yield of wheat growing in a semi-arid environment. Field Crops Research 5: 55-67.

Idso, S.B. (1982) Non-water-stressed baseline: A key to measuring and interpreting plant water stress. Agricultural Forecast and Meteorology 27: 59–70.

Jackson, R. D., Idso, S. B., Reginato, R. J., and Pinter, P. J. Jr. (1981) Canopy temperature as a crop water stress index. Water Resources Research 17: 1133–1138.

Kirigwi, F.M., Ginkel, van M., Trethowan, R., Sears, R.G., Rajaram, S., and Paulsen, G.M. (2004) Evaluation of selection strategies for wheat adaptation across water regimes. Euphytica Netherlands Journal of Plant Breeding 135: 361–371.

Lawson T, and Oxborough, K., Morison, J. I. L., Baker, N. R. (2003) The responses of guard and mesophyll cell photosynthesis to CO2, O2, light, and water stress in a range of species are similar. Journal of Experimental Botany 54: 1743–52.

Liang, Y.C., and Ding, R.X. (2002) Influence of silicon on microdistribution of mineral ions in roots of salt-stressed barley as associated with salt tolerance in plants A review. Environmental Pollution 45: 298-308.

Marc, E.N., Roslyn, M. G. and Dalling, M. J. (1985) Effect of post-anthesis drought on

Ehdaie, B., and Waines, J.G. (1993) Water requirement and transpiration efficiency of primitive wheats: A model for their use In: Biodiversity and Wheat Improvement. (ed. Damania, A. B.) 187-197. John Wiley and Sons, New York.

Ehrler, W.L. (1972) Cotton leaf temperatures as related to soil water depletion and meteorological factors. Agronomy Journal 65: 404–409.

Evans, L. T. and Dunstone, R. L. (1970) Some physiological aspects of evolution in wheat. Australian Journal of Biology and Science. 23: 725-741.

Farshadfar, E., Ghannadha, M., Zahravi, M. and Sutka, J. (2001) Genetic analysis of drought tolerance in wheat. Plant Breeding 114: 542-544.

Fernandez, G. C. J. (1992) Effective selection criteria for assessing stress tolerance.In: Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress. (ed. Kuo, C. G.) 257-270. AVRDC Publication, Tainan, Taiwan.

Fischer, R.A., Rees, D., Sayre, K.D., Lu, Z.M., Condon, A.G., and Larque Saavedra, A. (1998) Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. Crop Science 38: 1467–1475.

Foulkes, M.J., Scott, R.K. and Bradley, S. (2007) The ability of wheat cultivars to withstand drought in UK conditions: formation of grain yield. Journal of Agricultural Science 138: 153–169.

Foulkes, M.J., Scott, R.K. and Syvester-Bradley, R. (2001) The ability of wheat cultivars to withstand drought in UK conditions: resource capture. Journal of Agricultural Science. 137: 1–16.

Golabadi, M., Arzani, A., and Mirmohamadi Maibody, S. A. M. (2006) Assessment of drought tolerance in segregating populations in durum wheat. African Journal of Agricultural Research 1: 162-171.

Golestani, S. and Assad, M.T. (1998) Evaluation of four screening techniques for drought resistance and their relationship to yield reduction ratio in wheat. Euphytica

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.4.1]

wheat in a warm, irrigated environment I: Genetic diversity and crop productivity. Field Crops Research 66: 37-50.

Reynolds, M.P., Singh, R.P., Ibrahim, A., Ageeb, O.A.A., Larque Saavedra, A., and Quick, J.S. (1998) Evaluating physiological traits to complement empirical selection for wheat in warm environments. Euphytica Netherlands Journal of Plant Breeding 100: 84–95.

Royo, C., Abaza, M., Blanco, R. and Garc´ıa del Moral, L. F. (2000) Triticale grain growth and morphometry as affected by drought stress, late sowing and simulated drought stress. Australian Journal of Plant Physiology 27: 1051-1059.

Royo, C., Villegas, D., Garcia del Moral, L. F., Elhani, S., Aparicio, N., Rharrabti, Y., and Araus, J. L. (2002) Comparative performance of carbon isotope discrimination and canopy temperature depression as predictors of genotypes differences in durum wheat yield in Spain. Australian Journal of Agricultural Research 53: 561–569.

Shewry, P.R. (2009) Wheat. Journal of Experimental Botany 60: 1537-1553.

Shimshi, D., Mayoral, M. L., and Atsmon, D. (1982) Responses to water stress in wheat and related wild species. Crop Science 22: 123-128.

Siani, H.S. and Aspinall, D. (1981) Effects of water deficit on sporogensis in wheat. Annals of Botany. 43: 623-633.

Sio-Se Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K. and Mohammadi, V. (2006) Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. Field Crops Research 98: 222–229.

Sofield, I., L. T. Evans, M. G. Cook, I. F. Wardlaw (1977) Factors influencing the rate and duration of grain filling in wheat. Australian Journal of Plant Physiology 4: 785–797.

Sterling, J. D. E. and Nass H. G. (1981) Comparison of tests characterizing varieties of barley and wheat for moisture resistance. Canadian Journal of Plant Science 61: 283-292.

cell division and starch accumulation in developing wheat grains. Annals of Botany 55: 433-444.

Micheal, A.M. & T.P. Ojha. (1987). Principal of Agricultural Engineering. Jain Brothers Publisher. New Dehli.

Mohammadi, A., Majidi, E., Bihamta, M.R. and Heidari sharifabad, H. (2006). Evaluation of drought stress on agro - morphological characteristics in some wheat cultivars. Pajouhesh and Sazandegi 73: 184-192.

Pinter, P. J., Zipoli, G., Reginato, R. J., Jackson, R. D., Idso, S. B., and Hohman, J. P. (1990) Canopy temperature as an indicator of differential water use and yield performance among wheat cultivars. Agricultural Water Management 18: 35–48.

Pireivatlou, A. S., Dehdar Masjedlou, B. and Ramiz, T. A. (2010) Evaluation of yield potential and stress adaptive trait in wheat genotypes under post anthesis drought stress conditions. African Journal of Agricultural Research 5: 2829-2836.

Rajjala, A., Hakala, K., Makela, P., Muurinen, S. and Peltonen-Sainio, P. (2009) Spring wheat response to timing of water deficit through sink and grain filling capacity. Field Crops Research 114: 263–271.

Rashid, A., Stark, J. C., Tanveer, A., and Mustafa, T. (1999) Use of canopy temperature measurements as a screening tool for drought tolerance in spring wheat. Journal of Agronomy and Crop Science 182: 231–237.

Rauf, M., Munir, M., Hassan, M., Ahmad, M., and Afzal, M. (2007) Performance of wheat genotypes under osmotic stress at germination and early seedling growthstage. African Journal of Agricultural Research. 6: 971-975.

Reynolds, M. P., Balota, M., Delgado, M. I. B., Amani, I., and Fischer, R. A. (1994) Physiological and morphological traits associated with spring wheat yield under hot, irrigated conditions. Australian Journal of Plant Physiology 21:717–730.

Reynolds, M.P., Delgado, M.I., GutieÂrrez-RodrõÂguez, B. M. and LarqueÂ-Saavedra, A. (2000) Photosynthesis of

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.4.1]

Australian Journal of Plant Physiology 7: 387-400.

Wen-zhong Z, Ya-dong, H., and Hong-juan, D. (2007) Relationship between canopy temperature at flowering stage and soil water content, yield components in rice. Rice Science 14: 67-70.

Westgate, M. E. and Boyer, J. S. (1986) Reproduction at low silk and pollen water potentialin maize. Crop Science 61: 433-449.

Tezara W., Mitchell, V. J., Driscoll, S. D., and Lawlor, D.W.(1999) Water stress inhibits plant photosynthesis by decreasing coupling factor and ATP. Nature 1401: 914–7.

Wardlaw, I. F., L. Sofield, P. M Cartwright(1980) Factors limiting the rate of dry matter accumulation in the grain of wheat grown at high temperature.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.4.1]

Effect of post-anthesis drought stress on yield, yield components and canopy temperature of bread wheat cultivars

Hedayaallah Karimzadeh Soureshjani, Yahya Emam*, Saeed Moori

Department of agronomy and plant breeding, College of Agricultural, Shiraz University, Shiraz, Iran

*** Corresponding author: yaemam@ shirazu.ac.ir**

Abstract:

Wheat grain yield is reduced by post-anthesis drought stress conditions in most wheat growing farmlands of Iran. To evaluate the effect of post-anthesis-withholding irrigation on yield, yield components and canopy temperature of wheat cultivars, a field experiment was conducted as split plot in a completely randomized block design with four replications at experimental farm of college of Agriculture, Shiraz University during 2009-2010 and 2010-2011 growing seasons. Irrigation regimes (normal and cut off after anthesis) and bread wheat cultivars (40 cultivars) were assigned in main plots and subplots, respectively. The results showed that post-anthesis withholding irrigation significantly reduced grain yield, grain number per unit area, 1000 grain weight, biological yield, harvest index, canopy temperature depression (CTD) index, rate of biological yield accumulation, grain yield production rate and grain filling rate. Maximum grain yield under normal irrigation conditions belonged to Shiroudi (8864 $kg.ha^{-1}$), Navid (8440$kg.ha^{-1}$) and Karaj-2 (8403 $kg.ha^{-1}$) cultivars, whereas in the late season drought stress conditions, Moghan-2 (4445 $kg.ha^{-1}$) and Adl (4179 $kg.ha^{-1}$) had maximum grain yield. Positive and significant correlation between grain yield and CTD under two irrigation regimes suggested that CTD might be a good indicator for selecting of drought resistant cultivars for late season water deficit, as well as high grain yield under normal irrigation conditions.

Keywords: Canopy Temperature Depression, Grain filling rate, Wheat yield, With holding Irrigation.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.1.4.1]