

اثر کم آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک ارقام مختلف گندم نان و گندم دوروم

The Effects of limited irrigation on yield, yield components and physiological characteristics of different wheat cultivars

صادق باغبان خلیل آباد^۱، حمیدرضا خزاعی^{۲*}، محمد کافی^۳

۱. دانشجوی دکترا، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۲. استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد. (نگارنده مسئول)
۳. استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۰۴ - شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/aj.2018.116367.1220

چکیده

باغبان خلیل آباد، ص.، خزاعی، ح. ر.، کافی، م.، اثر کم آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک ارقام مختلف گندم نان و گندم دوروم
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۲ - شماره ۰۱ - پیاوند ۱۲۲ بهار ۹۸: ۱-۱۲

این آزمایش در فصل زراعی سال ۱۳۹۰-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. به منظور بررسی اثرات کم آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و صفات فیزیولوژیک مرتبط با تنش خشکی، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتورهای مورد بررسی شامل چهار سطح آبیاری (۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد نیاز آبی) در پلات های اصلی و ارقام شامل سه رقم گندم نان (پیشگام، الوند، اروم) و سه رقم گندم دوروم (بهرنگ، آریا، دنا) در پلات فرعی قرار گرفتند. صفات مورد بررسی شامل صفات زراعی وابسته به عملکرد، شاخص محتوی کلروفیل، غلظت کلروفیل های a و b و محتوی آب نسبی برگ پرچم بود. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به ارقام پیشگام (۲۲۳ کیلوگرم در مترمربع) و الوند (۶۷۷ کیلوگرم در مترمربع) بود. تنش کم آبی سبب کاهش میزان عملکرد دانه همه ارقام شد اما تفاوت معنی داری بین عملکرد دانه در تیمارهای سطح اول و دوم رطوبتی، مشاهده نشد. بین ارقام مورد مطالعه بیشترین شاخص برداشت با میانگین ۵۲ درصد مربوط به رقم دنا و کمترین آن با میانگین ۳۲ درصد مربوط به رقم اروم بود. شاخص برداشت تحت تأثیر میزان آبیاری قرار نگرفت. محتوی آب نسبی، محتوی کلروفیل برگ پرچم و غلظت کلروفیل های a و b با کاهش میزان آبیاری، کاهش یافت. تفاوت معنی داری بین شاخص کلروفیل و غلظت کلروفیل های a و b ارقام مورد بررسی در شرایط آبیاری معمولی مشاهده نگردید.

واژه های کلیدی: آبیاری، کلروفیل، a و b، محتوی آب نسبی

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: S_bagban008@yahoo.com

مقدمه

در حال حاضر مهم ترین شاخص تحمل خشکی مورد استفاده در برنامه های اصلاحی گندم، مقایسه عملکرد دانه تحت شرایط آبیاری و تنش است. گزارش های متعددی مبنی بر کاهش عملکرد دانه، وزن زیست توده و اجزای عملکرد گندم در مواجهه با تنش خشکی وجود دارد (Gooding *et al.*, 2003; Ercoli *et al.*, 2007; Kahlow *et al.*, 2007; Moaveni *et al.*, 2009; Mohseni & Akbari, 2012). باید توجه داشت که وراثت پذیری صفاتی همچون عملکرد تحت شرایط خشکی پایین است، علت این امر کوچک بودن واریانس ژنتیکی یا بزرگ بودن واریانس های اثر متقابل ژنوتیپ و محیط می باشد (Smith *et al.*, 1990). در صورت شناسایی عوامل فیزیولوژیکی تحمل به خشکی، به نژادگران می توانند از صفات فیزیولوژیکی به عنوان شاخص گزینشی در جمعیت های بزرگ استفاده کنند (Winter *et al.*, 1988). از شاخص های فیزیولوژیکی تحمل تنش خشکی در گیاهان زراعی، می توان به میزان آب نسبی برگ (LRWC)، میزان کلروفیل، تجمع پرولین و اسید افسزیک، تبادل روزنه ای (CO₂ exchange) و کارایی مصرف آب (WUE) اشاره کرد (Farshad Far & Mohammadi, 2003; Sioseh Mardeh *et al.*, 2003; Mahmoudian *et al.*, 2010). محتوای آب نسبی برگ می تواند توانمندی گیاه در مواجهه با تنش خشکی را نشان دهد. محتوای آب نسبی، تحت تأثیر تنظیم اسمزی، جذب آب و میزان تعرق قرار داشته و

وراثت پذیری بالایی را در شرایط تنش خشکی نشان می دهد (Al-Hakimi *et al.*, 1998). گریگرسن و همکاران (Gregersen *et al.*, 2007) اعلام کردند که طی تنش خشکی محتوای کلروفیل گیاه کاهش می یابد و ارقام دارای محتوای کلروفیل بالاتر، مقاومت بیشتری در شرایط تنش از خود نشان می دهند. از سوی دیگر احمدی و باکر (Ahmadi & Baker, 2000) اظهار کردند که تنش خشکی کوتاه مدت در گندم باعث توقف کامل فتوسنتز و افزایش نسبت کلروفیل a/b شد ولی اثری بر محتوای کلروفیل برگ نداشت. حفظ غلظت کلروفیل تحت تنش به ثبات فتوسنتز در شرایط تنش خشکی کمک می کند (Bishop & Bugbee, 1998).

شاخص های فیزیولوژیکی ارقام مختلف و ارتباط این شاخص ها با عملکرد گیاه در شرایط تنش می تواند در انتخاب ارقام سازگار به خشکی مؤثر باشد. به این منظور اثر سطوح مختلف آبیاری بر تعدادی از صفات فیزیولوژیک سه رقم گندم نان و سه رقم گندم دوروم که از نظر حساسیت به خشکی درجات مختلفی را نشان می دهند، مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

این آزمایش در فصل زراعی سال ۱۳۹۰-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. پیش از شروع آزمایش، نمونه گیری از عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متری خاک انجام شد. نتایج آنالیز خاک مزرعه مورد آزمایش در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. نتایج آزمون خاک محل مورد آزمایش

Table 1. Soil test results at the test site

چگالی ظاهری Bulk density (g/cm ³)	رطوبت جمی در نقطه پژمردگی دائم Volumetric moisture content in PWP (%)	رطوبت جمی در ظرفیت زراعی Volumetric moisture content in FC (%)	بافت Texture	عمق Depth (cm)
1.65	9	23	لوم سیلتی رسی Clay silty loam	0-20
1.63	8	20	لوم سیلتی Silty loam	20-40
1.60	8	20	لوم سیلتی Silty loam	40-60
1.62	8	20	لوم سیلتی Silty loam	60-80

میزان کلروفیل های a و b برگ پرچم به روش آرنون (Arnon, 1949) تعیین شد. پس از استخراج کلروفیل توسط استن ۸۰ درصد، میزان جذب نور در طول موج های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر اندازه گیری گردید. شاخص کلروفیل کل، دو هفته پس از گرده افشانی، با استفاده از دستگاه SPAD value meter تعیین شد. به این منظور میزان کلروفیل در سه نقطه از برگ پرچم اندازه گیری و میانگین آن به عنوان شاخص کلروفیل کل در نظر گرفته شد. به منظور اندازه گیری اجزای عملکرد شامل تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه، ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب شده و اندازه گیری های مذکور انجام شد. در زمان برداشت دو خط کناری در هر کرت، و نیم متر از ابتدای هر خط به عنوان حاشیه در نظر گرفته و بقیه کرت برای تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیوماس، برداشت شد.

در پایان به منظور انجام محاسبات آماری از نرم افزار آماری استفاده شد. مقایسه میانگین ها نیز با استفاده از آزمون SAS چند دامنه ای دانکن در سطح ۵% صورت گرفت.

به منظور بررسی اثرات کم آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و صفات فیزیولوژیکی مرتبط با تنش خشکی، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتورهای مورد بررسی شامل چهار سطح آبیاری (شامل ۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد نیاز آبی) در پلات های اصلی و شش رقم گندم نان و دوروم در پلات های فرعی بود. ارقام مورد بررسی شامل سه رقم گندم نان (پیشگام، الوند، اروم) و سه رقم گندم دوروم (بهرنگ، آریا، دنا) بود. بذرها هر رقم روی خطوط سه متری کشت شد. در هر کرت آزمایشی ۶ خط فاصله ۲۰ سانتی متر کاشته شد. مراحل آماده سازی زمین و کاشت ارقام بر طبق عرف منطقه در آبان ماه همان سال انجام شد. در بهار سال بعد و بعد از ساقه رفتن اقدام به اعمال تیمارهای کم آبی گردید. محتوی آب نسبی برگ پرچم طبق روش فرات و لوات (Ferrat & Lovatt, 1992) و به کمک معادله زیر اندازه گیری شد.

$$\frac{\text{وزن خشک} - \text{وزن تر}}{\text{وزن خشک} - \text{وزن اشباع}} \times 100$$

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین عملکرد ارقام مختلف تفاوت معنی داری وجود دارد ($p < 0.01$) (جدول ۲). همچنین اثر کاربرد سطوح مختلف آبیاری بر میزان عملکرد دانه گندم معنی دار بود ($p < 0.01$) (جدول ۲). اما اثر متقابل تیمارهای مورد مطالعه بر عملکرد دانه معنی دار نشد (جدول ۲).

بین ارقام مورد مطالعه بیشترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به ارقام پیشگام (۷۲۳ کیلوگرم در مترمربع) و الوند (۶۷۷ کیلوگرم در مترمربع) بود

(جدول ۳). تفاوت معنی داری بین عملکرد دانه رقم دنا و الوند مشاهده نشد (جدول ۳). نتایج نشان داد که تنش کم آبی سبب کاهش میزان عملکرد دانه همه ارقام شد اما تفاوت معنی داری بین عملکرد دانه در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی مشاهده نشد (جدول ۳). کاهش عملکرد دانه در تیمارهای ۵۰ و ۲۵ درصد نیاز آبی به علت کاهش وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله اتفاق افتاد (جدول ۳).

اثرات منفی خشکی بر صفات فیزیولوژیک و کاهش میزان فتوسنتز در شرایط تنش سبب کاهش عملکرد دانه می شود (Liang *et al.*)

جدول ۲. تجزیه واریانس میانگین مربعات اثر سطوح آبیاری و ارقام بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

Table 2. Analysis of variance (mean squares) for the effects of irrigation levels and cultivars on wheat yield and yield components

منابع تغییر		میانگین مربعات			
S.O.V		MS			
عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	عملکرد زیست توده	شاخص برداشت	
Seed yield (kg/m ²)	1000-seed weight (gr)	Number of seed per spike	Biomass (kg/m ²)	Harvest index (%)	
2090.398	6.859363	1.430556	27613.49	0.008243	تکرار Replication
303176.3**	801.5132**	11.31019	1203063**	0.008891	آبیاری Irrigation
15414.7	3.911679	17.28241	41426.92	0.017154	خطای اصلی Main error
90339.23**	59.00336**	639.8472**	672191.9**	0.06312**	رقم Cultivar
9990.589	17.15472	19.29907	42632.87	0.01135	رقم در تیماررطوبتی Cultivar × irrigation
5357.39	13.49585	18.36944	24584.82	0.007781	خطای کل Total error
25662.65	49.77324	61.46459	125307.4	0.013284	کل Total
12.52	9.5	11.12	11.32	18.3	درصد تغییرات CV (%)

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

* and **: significant at 5 % and 1% probability levels, respectively

جدول ۳. مقایسه میانگین اثرات سطوح آبیاری و رقم بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

Table 3. Mean comparison for the effects of irrigation levels and cultivars on wheat yield components

رقم Cultivar	عملکرد دانه Seed yield (kg/m ²)	وزن هزار دانه 1000-seed weight (gr)	تعداددانه در سنبله Number of seed per spike	عملکرد زیست توده Biomass (kg/m ²)	شاخص برداشت Harvest index (%)
پیشگام Pishgam	698.7967 ^a	38.695 ^{ab}	42.83333 ^b	1682.12 ^a	0.412204 ^{ab}
الوند Alvand	677.6808 ^{ab}	37.17667 ^b	48.75 ^a	1512.748 ^{ab}	0.485959 ^{ab}
اروم Erum	488.3475 ^c	37.11333 ^b	34.91667 ^c	1536.324 ^{ab}	0.327951 ^b
بهرنگ Behrang	540.4758 ^c	42.67 ^a	32.91667 ^{cd}	1340.003 ^{bc}	0.364889 ^{ab}
آریا Aria	517.7192 ^c	36.68 ^b	32.66667 ^{cd}	1055.823 ^c	0.441595 ^{ab}
دنا Dena	567.2175 ^{bc}	38.09667 ^{ab}	30.5 ^d	1179.571 ^c	0.520469 ^a
آبیاری Irrigation					
100 % ETc	723.9372 ^a	44.14944 ^a	39.61111 ^a	1643.423 ^a	0.431824 ^a
75 % ETc	649.0466 ^a	43.76833 ^a	38.55556 ^a	1544.517 ^a	0.42911 ^a
50 % ETc	520.5378 ^b	35.11611 ^b	38.16667 ^a	1274.877 ^b	0.446823 ^a
25 % ETc	433.3033 ^b	30.59444 ^b	32.05556 ^b	1074.909 ^b	0.394288 ^a

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد فاقد تفاوت معنی‌دار آماری می‌باشند

Means followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's test.

که دارای وزن زیست توده و شاخص برداشت بالا هستند، می‌توانند عملکرد دانه بیشتری در شرایط بدون تنش و واجد تنش خشکی تولید کنند (Reynolds *et al.*, 2009). در شرایط تنش خشکی، پیری زودرس اندام‌های فتوسنتز کننده و کاهش فتوسنتز جاری گیاه باعث کاهش کل زیست توده تولیدی می‌شود (Pireivatlou *et al.*, 2010).

تفاوت معنی‌داری بین شاخص برداشت ارقام مختلف وجود داشت اما شاخص برداشت تحت تأثیر سطوح آبیاری قرار نگرفت (جدول ۲). کمترین شاخص برداشت با میانگین ۳۳ درصد مربوط به رقم اروم بود (جدول ۳). شاخص

(2002; Yang & Zang, 2006).

تفاوت معنی‌داری بین عملکرد بیوماس ارقام مختلف مشاهده شد. همچنین اثر تیمارهای آبیاری بر عملکرد بیوماس معنی‌دار بود ($p < 0.01$) (جدول ۲). تولید بیوماس با افزایش شدت کم‌آبی کاهش یافت، اما تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیازآبی مشاهده نشد (جدول ۳). بین ارقام موردبررسی بیشترین و کمترین عملکرد بیوماس با میانگین ۱۶۸۲ و ۱۰۵۵ کیلوگرم در مترمربع به ترتیب مربوط به ارقام پیشگام و آریا بود. تفاوت معنی‌داری بین عملکرد بیوماس ارقام دنا و آریا مشاهده نشد (جدول ۳). ارقامی از گندم

سبب کاهش تعداد دانه در سنبله می گردد (Emam *et al.*, 2005; Ghandi & Jalali, 2013). وزن هزار دانه ارقام مختلف متفاوت بود. همچنین اثر سطوح مختلف آبیاری بر وزن هزار دانه معنی دار گردید ($p < 0.01$) (جدول ۲). بین ارقام مورد بررسی بیشترین وزن هزار دانه با میانگین ۴۲ گرم مربوط به رقم بهرنگ بود. وزن هزار دانه ارقام پیشگام و دنا با میانگین تقریبی ۳۸ گرم با رقم بهرنگ در یک گروه آماری قرار گرفت. کاهش میزان آب آبیاری سبب کاهش وزن هزار دانه شد. تفاوت معنی داری بین سطوح ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی از نظر این صفت مشاهده نشد (جدول ۳). وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 1996) تسریع روند پیری در گیاه و کاهش ظرفیت فتوسنتزی را علت کاهش وزن هزار دانه ناشی از تنش خشکی اعلام کردند.

صفات فیزیولوژیک وابسته به خشکی

شاخص محتوی کلروفیل ارقام مختلف تفاوت معنی داری نداشت، اما اثر میزان آب آبیاری بر آن معنی دار بود ($p < 0.01$) (جدول ۴). از جمله دلایلی که برای کاهش محتوای کلروفیل در شرایط تنش خشکی عنوان شده می توان به تخریب غشاهای تیلاکوئیدهای کلروپلاست و اکسیداسیون نوری کلروفیل در اثر افزایش فعالیت گونه های فعال اکسیژن و افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز نام برد (Ashraf *et al.*, 2001; Huffaker *et al.*, 1970). از دست رفتن کلروفیل در شرایط تنش خشکی می تواند جنبه سازگاری داشته باشد چون با کاهش کلروفیل الکترون برانگیخته شده طی فتوسنتز کاهش یافت و به دنبال آن خسارت های ناشی

برداشت سایر ارقام در محدوده ۳۶/۵ تا ۵۲ درصد بود که از نظر آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشت (جدول ۳). نتایج تحقیق حاصل از نمونه برداری از ۱۲۰۰ مزرعه در کشور استرالیا نشان داد که شاخص برداشت ارقام مختلف گندم بین ۲۳ تا ۵۹ درصد متغیر است (Unkovich *et al.*, 2010). هرگاه گیاه در تمام فصل رشد در معرض تنش رطوبتی یکنواخت قرار داشته باشد، از آنجا که وزن خشک کلیه اندام های گیاهی در اثر خشکی کاهش می یابد، بین میزان رشد رویشی و زایشی گیاه تعادل به وجود آمده و نهایتاً سطوح مختلف آبیاری، تأثیری بر شاخص برداشت گیاه نمی گذارد (Ghazian Tashrifi *et al.*, 2013). گزارش هایی مبنی بر کاهش و افزایش شاخص برداشت گندم در مواجهه با تنش خشکی وجود دارد (Abdoli & Saeedi, 2012).

بین تعداد دانه در سنبله ارقام مختلف تفاوت معنی دار وجود داشت. اثر کم آبی بر تعداد دانه در سنبله معنی دار شد (جدول ۲) ($p < 0.01$). بیشترین تعداد دانه در سنبله با میانگین ۴۸/۷۵ دانه مربوط به رقم الوند بود (جدول ۳). کم آبی سبب کاهش تعداد دانه در سنبله شد. بین تعداد دانه در سطوح ۷۵، ۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی، تفاوت معنی داری مشاهده نگردید. تعداد دانه در سنبله در تیمار ۲۵ درصد، تفاوت معنی داری با سایر سطوح آبیاری نشان داد (جدول ۳).

کم آبی در فاصله زمانی بین ایجاد برجستگی دوگانه تا گرده افشانی سبب کاهش تولید دانه در گندم می شود (Royo *et al.*, 1999) و کم آبی پس از ظهور سنبله از طریق عقیم شدن گلچه ها

جدول ۴. تجزیه واریانس میانگین مربعات اثر سطوح آبیاری و ارقام بر صفات فیزیولوژیک گندم

Table 4. Analysis of variance (mean squares) for the effects of irrigation levels and cultivars on physiological traits of wheat

میانگین مربعات MS				منابع تغییر S.O.V
محتوی آب نسبی برگ LRWC	غلظت کلروفیل b Chlorophyll b content	غلظت کلروفیل a Chlorophyll a content	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	
19.05556	0.005617	0.202979	29.33847	تکرار Replication
1345.347**	4.411349**	14.60725**	1452.945**	آبیاری Irrigation
31.22222	0.025885	0.033596	41.06329	خطای اصلی Main error
119.5806**	0.009697	0.231546*	7.763806	رقم Cultivar
35.11389	0.012619	0.101828	10.06862	رقم در آبیاری Cultivar× irrigation
20.04722	0.019951	0.06964	16.11775	خطای کل Total error
87.15473	0.296896	1.025606	77.44296	کل Total
7.8	14.01	12.3	8.2	درصد تغییرات CV(%)

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

* and **: significant at 5 % and 1 % probability levels, respectively.

حدود ۷۴ درصد بود (جدول ۵).

کاهش غلظت کلروفیل های a و b برگ گندم در مواجهه با خشکی توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Sioseh Mardeh *et al.*, 2003; Abdoli *et al.*, 2013).

اثر رقم ($p < 0.01$) و میزان آب آبیاری ($p < 0.01$) بر محتوی آب نسبی برگ (LRWC) معنی دار شد (جدول ۴). بیشترین و کمترین LRWC مربوط به ارقام پیشگام و الوند بود. تفاوت معنی داری بین محتوی آب برگ سایر ارقام مشاهده نشد و کاهش میزان آب مصرفی سبب کاهش LRWC از ۷۵ درصد به ۵۵ درصد شد (جدول ۶).

محتوی آب نسبی بالاتر به معنی توانایی برگ

از تشکیل رادیکال های آزاد اکسیژن کاهش می یابد (Kranner *et al.*, 2002).

بین غلظت کلروفیل های a در ارقام مختلف تفاوت معنی دار وجود داشت ($p < 0.05$) (جدول ۴). بیشترین غلظت کلروفیل با میانگین ۲/۴۹ میلی گرم در گرم وزن تر، مربوط به رقم دنا بود (جدول ۳). غلظت کلروفیل های a و b تحت تأثیر تیمار آبیاری قرار گرفت ($p < 0.01$) (جدول ۴). تفاوت معنی داری بین غلظت کلروفیل های a و b در سطوح ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی مشاهده نشد. اما اعمال سطح ۲۵ درصد نیاز آبی، سبب کاهش ۶۲ درصدی در میزان کلروفیل a گردید (شکل ۱). میزان کاهش کلروفیل b در شرایط کم آبی شدید بیش از کلروفیل a و در

جدول ۵. مقایسه اثر کم آبی بر محتوی کلروفیل a و b در ارقام مختلف گندم نان و دروم

Table 5. Mean comparison for the effects of water stress on chlorophyll a and b contents in wheat cultivars

رقم Cultivar	کلروفیل a در تیمار شاهد Chlorophyll a under check treatment (mg/g.fw)	کلروفیل a در تیمار تنش شدید Chlorophyll a under severe water stress treatment (mg/g.fw)	درصد کاهش در تیمار تنش شدید Percentage decrease under severe water stress treatment	کلروفیل b در تیمار شاهد Chlorophyll b under check treatment (mg/g.fw)	کلروفیل b در تیمار تنش شدید Chlorophyll b under severe water stress treatment (mg/g.fw)	درصد کاهش در تیمار تنش شدید Percentage decrease under severe water stress treatment
پیشگام Pishgam	1.2 ^a	0.99 ^{ad}	17.5	0.6 ^a	0.39 ^{bd}	35
الوند Alvand	0.99 ^{ac}	0.82 ^{bf}	17.9	0.39 ^{bd}	0.23 ^{eg}	42.47
اروم Erum	0.9 ^{ac}	0.65 ^{df}	27	0.3 ^{df}	0.17 ^{eh}	43.41
بهرنگ Behrang	1.1 ^{ab}	0.89 ^{ae}	19.35	0.5 ^{ab}	0.29 ^{df}	42.41
آریا Aria	0.99 ^{ad}	0.73 ^{cf}	25.8	0.39 ^{bd}	0.13 ^{gh}	65.5
دنا Dena	0.91 ^{ac}	0.54 ^f	40.08	0.31 ^{df}	0.11 ^h	65.78

میانگین های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد فاقد تفاوت معنی دار آماری می باشند

Means followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's test

جدول ۶. مقایسه اثر کم آبی بر محتوی نسبی آب برگ ارقام مختلف گندم نان و دروم

Table 6. Mean comparison for the effects of water stress on leaf relative water content (LRWC) in wheat cultivars

رقم Cultivar	محتوای نسبی آب برگ در تیمار شاهد LRWC under check treatment (%)	محتوای نسبی آب برگ در تیمار تنش شدید LRWC under severe water stress treatment (%)	درصد کاهش در تیمار تنش شدید Percentage decrease under severe water stress treatment
پیشگام Pishgam	76 ^a	61.4 ^{ce}	19.21
الوند Alvand	74 ^a	49 ^{hj}	33.7
اروم Erum	74.7 ^a	45 ^j	39.7
بهرنگ Behrang	70.4 ^{ab}	53.7 ^{fh}	23.7
آریا Aria	73 ^a	48.7 ^{hj}	33.2
دنا Dena	76 ^a	45 ^j	40.7

میانگین های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد فاقد تفاوت معنی دار آماری می باشند

Means followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's test

در حفظ مقادیر بیشتر آب در شرایط تنش است (Blum *et al.*, 1981). ژنوتیپ‌هایی که بدون بستن روزنه‌های خود توانایی حفظ آب بیشتری داشته باشند برای مناطق خشک مناسب‌ترند (Blum *et al.*, 1981).

نتیجه‌گیری

بیشترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به ارقام گندم نان پیشگام و الوند بود. در رقم پیشگام، وزن هزار دانه بالا و در رقم الوند، تعداد دانه در سنبله سبب حصول بالاترین مقدار عملکرد دانه گردید. شاخص برداشت ارقام مورد مطالعه صفتی ثابت بود که تحت تأثیر کم‌آبی قرار نگرفت. کم‌آبی سبب کاهش محتوی آب نسبی، شاخص محتوی کلروفیل و غلظت کلروفیل های a و b شد. کاهش کلروفیل از طریق کاهش تولید مواد فتوسنتزی سبب افت عملکرد دانه و زیست‌توده در همه ارقام مورد مطالعه گردید. با توجه به این که انتخاب بر اساس عملکرد دانه، به دلیل وراثت‌پذیری آن پایین است، می‌توان از صفت محتوی آب نسبی برای انتخاب ارقام با عملکرد بالاتر در شرایط تنش خشکی بهره برد. تفاوت معنی‌داری بین میزان عملکرد دانه ارقام در سطوح ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیازآبی مشاهده نشد، که حاکی از امکان کاهش آب مصرفی بدون آسیب به عملکرد است. مطابق نتایج، بهترین ارقام برای کاشت در منطقه مورد مطالعه ارقام پیشگام و الوند و همچنین گندم دوروم دنا، آبیاری به مقدار ۱۰۰ درصد نیاز آبی می‌باشد.

References

- Abdoli, M., and Saeidi, M. 2012. Using different indices for selection of resistant wheat cultivars to post anthesis water deficit in the west of Iran. *Annals of Biological Research*, 3(3): 1322-1333.
- Abdoli, M., Saeedi, M., Jalali, S., Mansourifar, S., and Eghbal Ghobadi, M. 2013. Investigation of some physiological and biochemical traits and their relationship with yield and its components in bread wheat cultivars in underwater stress conditions after pollination. *Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences*, 6(1): 47-63. (In Persian with English Summary).
- Ahmadi, A., and Baker, D.A. 2000. Stomatal and ophthalmic factors limiting photosynthesis in wheat under drought stress conditions. *Journal of Agricultural Science of Iran*, 31(4): 813-825. (In Persian with English Summary).
- Al-hakimi, A., Monneveux, P., and Nachit, M. M. 1998. Direct and indirect selection for drought tolerance in alien tetraploid wheat \times durum wheat crosses. *Euphytica*, 100: 287-294.
- Arnon, D.T. 1949. Copper enzymes in isolation chloroplast phenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24: 1-15.
- Ashraf, M.Y., Azmi, A.R., Khan, A.H., and Ala, S.A. 1994. Effect of water stress on total phenols, peroxidase activity and chlorophyll content in wheat. *Acta Physiologiae Plantarum*, 16(3): 185-191.
- Bishop, D. L. and Bugbee, B. G. 1998. Photosynthetic capacity and dry mass partitioning in dwarf and semi – dwarf wheats. *Journal of Plant Physiology*, 153: 558-565.
- Blum, A., Gozlan, G., and Mayer, J. 1981. The manifestation of dehydration avoidance in wheat breeding germplasm. *Crop Science*, 21: 495-499.
- Emam, Y., Ranjbari, A., and Bahrani, M.J. 2005. Evaluation of yield and yield components wheat genotypes under drought stress. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 1: 321-327.
- Ercoli, L., Lulli, L., Mariotti, M., Masoni A., and Arduini, I. 2007. Post-anthesis dry matter and nitrogen dynamics in durum wheat as affected by nitrogen supply and soil water availability. *European Journal of Agronomy*, 28: 138-147. 86.
- Farshadfar, A., and Mohammadi, R. 2003. Evaluation of physiological indices of drought resistance in agropiron using multiple selection index. *Journal of Agricultural Science of Iran*, 34(3): 635-646. (In Persian with English Summary).
- Ferrat, J. L., and Lovatt, C. L. 1992. Relationship between relative water content,

- nitrogen pools, and growth of *Phaseolus vulgaris* and *P. aconitifolius* A. gray during water deficit. *Crop science*, 39: 467-473.
- Ghandi, A., and Jalali, A. H. 2013. Effects of moderate terminal drought stress on wheat agronomic characteristics. *Electronic Journal of Crop Production*, 6(2): 117-134. (In Persian with English Summary).
- Ghazian Tafreshi, S.h., Ayneh Band, A., Tavakkoli, H., Khavari Khorasani, S., and Jelini, M. 2013. Effect of irrigation and cultivation methods on yield different varieties of sweet corn. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 11(1): 171-178. (In Persian with English Summary).
- Gooding, M.J., Ellis, R.H., Shewry, P. R., and Schofield, J. D. 2003. Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. *Cereal Science*, 37 :295-309 .
- Gregersen, P.L., and Holm, P.B. 2007. Transcriptome analysis of senescence in the flag leaf of wheat. *Plant Biotechnology Journal*, 5: 192-206.
- Huffaker, R.C., Radin, T., Kleinkopfig, E., and Cox, E.L. 1970. Effect of mild water stress on enzyme of nitrate assimilation and of the carboxylative phase of photosynthesis in barley. *Crop Science*, 10: 471- 474.
- Kahlowan, M.A., Raoof, A., Zubair, M., and Kemper, W.D. 2007 . Water use efficiency and economic feasibility of growing rice and wheat with sprinkler irrigation in the Indus Basin of Pakistan. *Agricultural Water Management*, 87(3):292–298.
- Kranner, I., Beckett, R.P., Wornik, S., Zorn, M., and Pfeifhofer, H.W. 2002. Revival of a resurrection plant correlates with its antioxidant status. *The Plant Journal*, 31: 13-24.
- Liang, Z., Zhang, F., Shao, M., and Zhang, J. 2002. The relations of stomatal conductance, water consumption, growth rate to leaf water potential during soil drying and rewatering cycle of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 43: 187-192.
- Mahmodian, M., Esmailzade Moghaddam, M., and Nasri, M. 2010. Canopy response, leaf chlorophyll, stomatal conductance and yield of bread wheat cultivars to drought stress. *Journal of Ecophysiology of Crops*, 3(2): 144-158. (In Persian without English Summary).
- Moaveni, P., Habibi, D., and Abbaszadeh, B. 2009. Effect of drought stress on yield and yield components of four wheat cultivars in Qods. *Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 5(1): 69-84. (In Persian without English Summary).
- Mohseni, S. A., and Akbari, M. 2012. Effect of Irrigation Removal in Different Growth Stages on Wheat yield of Alvand cultivar (Case study, Hamadan).

- Journal of Water and Soil (Agriculture Sciences and Technology), 25(6): 1386-1394. (In Persian with English Summary).
- Pessarkli, M. 1999. Hand book of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker Inc. p.697.
- 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.
- Reynolds, M., Foulkes, M.J., Slafer, G.A., Berry, P., Parry, M.A.J., Snape, J.W., and Angus, W.J. 2009. Raising yield potential in wheat. Journal of experimental botany, 60: 1899-1918.
- Royo, C., Voltas, J., and Romagosa, I. 1999. Remobilization of preanthesis assimilates to the grain for grain only and dual-purpose (forage and grain) triticale. Agronomy Journal, 91: 312-316.
- Sioseh Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K., and Ebrahimzadeh, H. 2003. Stomatal and non-stomatal factors controlling photosynthesis and its relation to drought resistance in wheat cultivars. Journal of Agricultural Science of Iran, 35(1): 93-106. (In Persian with English Summary).
- Smith, M.E., Coffman, W.R., and Baker, T.C. 1990. Environmental effects on selection under high and low input conditions. In: M.S. Kang(ed.), Genotype-by-Environmental Interaction and Plant Breeding, p. 261-272 . Louisiana State University, Baton Rouge.
- Unkovich, M., Baldock, J., and Forbes, M. 2010. Variability in harvest index of grain crops and potential significance for carbon accounting: examples from Australian agriculture. Advances in Agronomy, 105: 173-219.
- Wang, C.Y., Ma, Y., and Zhou, S. 1996. Study on effect of soil drought stress on winter wheat senescence. Acta Agricultural University of Henan, 30: 309-313.
- Winter, S. R., Musick, J. T., Porter, K. B. 1988. Evaluation of screening techniques for breeding drought resistant winter wheat. Crop Science, 28: 512-516.
- Yang, J., and Zang, J. 2006. Grain filling of cereals under soil drying. New phytologist, 169: 223-236.

The Effects of limited irrigation on yield, yield components and physiological characteristics of different wheat cultivars

S. Baghban Khalilabad¹, H.R. Khazaei^{*2}, and M. Kafi³

1. PhD student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.
2. Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.
(Corresponding author)
3. Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

Received: November 2017 Accepted: December 2018 - DOI: 10.22092/aj.2018.116367.1220

Extended Abstract

Baghban Khalilabad, S., Khazaei, H.R., Kafi, M., The Effects of limited irrigation on yield, yield components and physiological characteristics of different wheat cultivars
Applied Research in Field Crops Vol 32, No. 1, 2019- Page: 1-3 : 1-12(in Persian)

Introduction: Currently, the most important selection criterion for drought tolerance in wheat breeding programs is to compare grain yields between wheat cultivars grown under normal and deficit irrigation conditions. Several reports indicate that wheat traits, such as grain yield, biomass and yield components are decreased when the crop encounters water stress (Mohseni and Akbari, 2012). Heritability for yield is low under drought conditions due to high interaction between genotype and environment or low genetic variation. For this reason, secondary characteristics such as physiological traits have been given particular attention for selection process by researchers. Leaf relative water content (LRWC), chlorophyll content, water use efficiency (WUE), proline and abscisic acid accumulation are of some physiological indices as a measure for selection of drought tolerant cultivars. LRWC is considered as a screening tool under drought condition. (Blum et al., 1981). LRWC is affected by osmotic pressure, water uptake and respiration rate and shows a high heritability under drought conditions. Crop chlorophyll (Chl) content decreases under drought conditions and plants with high Chl content are more tolerant to drought (Abdoli et al., 2013). In crops with high chlorophyll content, photosynthesis activity continues under drought conditions. Thus the experiment was conducted to investigate the effect of limited irrigation on some

Email address of the corresponding author: S_baghban008@yahoo.com

morphological and physiological traits of bread and durum wheat under Mashhad-Iran environmental conditions.

Material and Methods: The study was conducted at experimental field of Ferdowsi university of Mashhad during 2011 and 2012 growing seasons in order to evaluate the effect of limited irrigation on yield and physiological characteristics of wheat. A split plot experiment based on randomized complete block design with three replications was performed. The main plots were assigned to irrigation levels including (I1)100, (I2)75, (I3)50 and (I4) 25 percent of evaporation from evaporation pan class A and the sub-plots consisted of wheat cultivars (three hexaploid cultivars (Pishgam, Alvand, Erum) and three durum cultivars (Behrang, Arya, Dena). Land preparation was done on late October according to farmers practice in the area. There were six 3m long rows spaced 20cm apart in each plot. The studied characteristics were yield component traits, flag leaf chlorophyll content, chlorophyll (Chl) a, and b contents and flag leaf relative water content (LRWC).

Results and Discussion: The results of analysis of variance showed that there was significant difference between cultivars in terms of grain yield. Also, grain yield was significantly affected by irrigation levels but was not affected by interaction between the treatments. The highest (723 kg/m²) and lowest (677 kg/m²) grain yields were produced by Pishgam and Alvand cultivars respectively. The highest (52%) and lowest (32%) harvest index were observed for Dena and Erum cultivars, respectively. There was no significant difference between irrigation levels for harvest index. There was no significant difference between cultivars for chlorophyll content. There was a significant difference between cultivars for chlorophyll a content. The highest chlorophyll a content (2.49 mg/g fresh weight) was observed for Dena cultivar. There was significant difference between irrigation levels for chlorophyll a and b contents. Chlorophyll content was significantly affected by irrigation level and chlorophyll a and b concentrations were decreased by water deficit. There was no significant difference under normal irrigation levels between chlorophyll content index and Chl a and b concentrations. LRWC was different with different cultivars and was affected by irrigation levels. The highest and lowest LRWC were obtained with Pishgam and Alvand cultivars, respectively. There was no significant difference between the other cultivars for LRWC.

Conclusion: The highest grain yield was obtained from Pishgam and Alvand cultivars. The former and the latter gave the highest yield because of higher 1000-grain weight and higher numbers of grain per spike, respectively. Harvest index of all the wheat cultivars remained stable and was not affected by water stress. Water stress reduced LRWC, chlorophyll index content and chlorophyll

a and b concentrations. The reduced chlorophyll content led to diminished production of photosynthates, resulting in decreased grain yield and biomass in the all cultivars. Since selection based on grain yield is not useful because of its low heritability, LRWC can be used as the selection criterion for cultivars with high yield performance under water deficit conditions.

Keywords: Irrigation, chlorophyll a and b, relative water content

References:

- Abdoli, M., Saeedi, M., Jalali, S., Mansourifar, S., and Eghbal Ghobadi, M. 2013. Investigation of some physiological and biochemical traits and their relationship with yield and its components in bread wheat cultivars in underwater stress conditions after pollination. *Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences*, 6(1): 47-63. (In Persian with English Summary).
- Blum, A., Gozlan, G., and Mayer, J.1981. The manifestation of dehydration avoidance in wheat breeding germplasm. *Crop Science*, 21: 495-499.
- Mohseni, S. A., and Akbari, M. 2012. Effect of Irrigation Removal in Different Growth Stages on Wheat yield of Alvand cultivar (Case study, Hamadan). *Journal of Water and Soil (Agriculture Sciences and Technology)*, 25(6): 1386-1394. (In Persian with English Summary).