

اثر دور آبیاری بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و شاخص برداشت ژنوتیپ‌های گندم نان در منطقه یزد

علی صنوبر^{۱*}، سید علی طباطبایی^۲، فرهاد دهقانی^۳

۱. فارغ التحصیل کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی میبد؛ ۲ و ۳. هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۳۰

چکیده

به منظور بررسی اثر دور آبیاری بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و شاخص برداشت ژنوتیپ‌های گندم نان، آزمایشی به صورت کرت-های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد انجام گرفت. فاکتور اصلی آزمایش تیمارهای آبیاری با دور ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ روز بود و سه رقم و یک لاین گندم نان شامل بک کراس روشن، سیستان، WS-82-9 و پیشتاز به عنوان فاکتور فرعی آزمایش بودند. نتایج آزمایش نشان داد که تاثیر سطوح مختلف تیمار آبیاری بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و شاخص برداشت معنی دار شد و سطوح مختلف ارقام از نظر عملکرد و اجزای عملکرد دانه با هم اختلاف معنی داری داشتند. اثرات متقابل دور آبیاری و رقم بر عملکرد دانه و شاخص برداشت در سطح ۱ درصد معنی دار بود. دور آبیاری ۸ روز و ۱۰ روز حداکثر میانگین اجزای عملکرد و شاخص برداشت را داشتند. دور آبیاری ۸ روز بالاترین میانگین عملکرد دانه را دارا بود و دور آبیاری ۱۴ روز از حداقل میانگین اجزای عملکرد، عملکرد دانه و شاخص برداشت برخوردار بود. در بین ارقام، رقم سیستان و لاین WS-82-9 به ترتیب بیشترین میانگین تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه را داشتند و حداکثر میانگین تعداد سنبله در واحد سطح به ارقام پیشتاز و بک کراس روشن تعلق یافت. ارقام سیستان و بک کراس روشن بیشترین میانگین عملکرد دانه را داشتند و حداکثر میانگین شاخص برداشت به ارقام سیستان، بک کراس روشن و لاین WS-82-9 اختصاص یافت. طبق نتایج این آزمایش، دور آبیاری ۸ روز به عنوان دور آبیاری مطلوب جهت حصول حداکثر عملکرد اقتصادی برای منطقه تشخیص داده شد و در بین ارقام، لاین WS-82-9 به عنوان متحمل‌ترین لاین به خشکی و رقم سیستان به عنوان پرمحصول‌ترین رقم در شرایط مطلوب رطوبتی معرفی شدند.

واژه‌های کلیدی: گندم، تیمار آبیاری، عملکرد، سنبله در واحد سطح، دانه در سنبله، وزن هزار دانه

مقدمه

منابع آبی و در نتیجه خشکی محیط، تولید گندم شدیداً کاهش می‌یابد (Ghajar Sepanlou and Siadat, 2000). واکنش‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان نسبت به کمبود آب به عوامل متعدد از جمله شدت تنش، طول دوره تنش و همچنین مرحله رشد گیاه بستگی دارد (Asadi, 1999). در ارتباط با اجزای تشکیل دهنده عملکرد دانه، تحقیقات نشان می‌دهد تنش آبی در مراحل اولیه رشد می‌تواند بر تعداد پنجه‌ها که به‌طور مستقیم مرتبط با تعداد سنبله در واحد سطح می‌باشد، تاثیر بگذارد (Slater and Goode, 1967). محققین دریافتند که تعداد دانه در واحد سنبله مهمترین جزء موثر در تغییرات عملکرد دانه

گندم (*Triticum aestivum* L.) از قدیمی‌ترین و پرمصرف‌ترین گیاهان زراعی جهان بوده و مهمترین منبع غذایی انسان است که در محدوده وسیعی از شرایط آب و هوایی جهان رشد می‌کند و دارای بیشترین پراکندگی در دنیا است (Poursaleh, 1994). بطور کلی هر ساله تولید غلات در مناطق وسیعی از جهان به‌وسیله کمبود آب محدود می‌شود. در ایران نیز اراضی تحت کشت گندم در مجموع نیمی از اراضی زیر کشت زراعی کشور را شامل می‌شوند که از این اراضی، ۳۶ درصد را اراضی آبی و ۶۴ درصد را اراضی دیم تشکیل می‌دهند. بخش زیادی از این اراضی در مناطق خشک و نیمه خشک کشور قرار گرفته است که در این مناطق به علت کمبود

اجزای عملکرد آنها، اثر تیمار آبیاری بر صفات وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت بسیار معنی‌دار بود و ارقام گندم مورد بررسی از نظر کلیه صفات با یکدیگر تفاوت آماری معنی‌داری داشتند. بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت مربوط به ارقام چمران، باکانورا 88، M-73-9 و کائوز بود (Ghodsi et al., 1998).

در نهایت با توجه به اینکه گندم جزو مهم‌ترین محصولات زراعی استان یزد می‌باشد و با در نظر گرفتن وقوع خشکسالی‌های چند سال اخیر، بررسی اثرات کم آبیاری بر روی عملکرد دانه ارقام مختلف گندم نان و معرفی متحمل‌ترین ارقام جدید این محصول زراعی به کم آبیاری در شرایط آب و هوایی خشک این منطقه از اهداف اصلی این تحقیق به شمار می‌آیند.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد اجرا گردید. قبل از عملیات کاشت جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه‌گیری از عمق ۰-۴۰ سانتیمتری خاک مزرعه انجام گرفت که نتایج آزمون خاک در جدول ۱ ارائه گردیده است.

بر اساس نتایج حاصل از آزمون خاک قبل از کاشت، مقادیر ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل، ۲۶۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم، ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات آهن، ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۳۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز برای برطرف کردن نیاز تغذیه ای گیاه به خاک اضافه گردید. کود نیتروژنه هم در سه مرحله پنجه زنی، ساقه رفتن و گلدهی گیاه به ترتیب به مقادیر ۱۰۰، ۱۱۰ و ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سرک در مراحل یاد شده به گیاه داده شد.

آزمایش بصورت اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا گردید. فاکتور اصلی آزمایش ۴ تیمار آبیاری شامل دور آبیاری ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ روز بود و فاکتور فرعی آزمایش نیز ۳ رقم و یک لاین گندم نان شامل بک کراس روشن، سیستان، WS-82-9 و پیشتاز بودند. کاشت در زمینی به مساحت تقریبی ۷۰۰

گندم در واکنش به تنوع شرایط محیطی، بخصوص بروز تنش در مرحله قبل از گرده افشانی می‌باشد (Entz and Flower, 1990). همچنین وزن نهایی دانه در سنبله که از دیگر اجزای عملکرد است متأثر از دو مولفه سرعت و مدت پر شدن دانه می‌باشد. از این دو عامل برای تجزیه و تحلیل رشد دانه و نحوه تاثیر عوامل گیاهی و محیطی بر آن استفاده می‌شود (Ahmadi and Baker, 2001).

بر اساس پژوهش‌های صورت گرفته، کاهش عملکرد دانه در حالت تنش خشکی بعد از مرحله گلدهی بیشتر از طریق کاهش وزن هزار دانه گزارش شده است (Richards et al., 2001). همچنین، مراحل ظهور سنبله و گلدهی در گندم از حساس‌ترین مراحل به تنش خشکی محسوب می‌شوند (Asadi, 1999). مطالعات نشان می‌دهد که هر چه ماده خشک تولیدی که در دوره-ای خاص تحت شرایط مطلوب تشکیل شده بیشتر باشد، انتظار می‌رود تنش آب در همان دوره موجب کاهش بیشتری در عملکرد شود (Kouchaki and Banayan, 1994).

در آزمایشی واکنش‌های عملکرد دانه و کارایی مصرف آب ارقام گندم نسبت به رژیم‌های آبیاری به طور معنی-داری متفاوت بود که این تفاوت ناشی از مقادیر رطوبتی خاک و برنامه زمان‌بندی آبیاری بود (Kang et al., 2002). از طرف دیگر، آبیاری سنگین و بیش از حد باعث تاخیر در رسیدگی و زمان برداشت شد و از این طریق کاهش عملکرد دانه را در پی داشت (Hagan et al., 1967).

طی نتایج به دست آمده از یک تحقیق، تنش خشکی عملکرد دانه ارقام چمران، M-75-7، الوند و تجن را به ترتیب ۲، ۸، ۲۲ و ۳۴ درصد کاهش داد (Ahmadi and Sio-Se-Mardeh, 2004). در آزمایشی دیگر، محققان به منظور بررسی تنش خشکی بر روی پنج رقم مختلف گندم به این نتیجه رسیدند که تنش خشکی باعث کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی ارقام شد و از نظر عملکرد در بین ارقام مختلف، رقم مارون با بالاترین شاخص مقاومت به خشکی، کمترین کاهش عملکرد را داشت و نسبت به سایر ارقام برتری نشان داد (Komar Olya et al., 1998).

به منظور بررسی مقاومت به خشکی در ارقام مختلف گندم و تعیین تاثیر تنش‌های مختلف رطوبتی بر عملکرد و

فاصله بین کرت‌های فرعی ۴۰ سانتیمتر و فاصله بین کرت‌های اصلی آزمایش نیز ۲ متر منظور گردید.

مترمربع و بصورت خطی در داخل کرت انجام گرفت. ابعاد کرت‌های فرعی شامل ۵ خط کاشت به طول ۵ متر و فاصله خطوط کاشت ۲۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد.

جدول ۱. نتایج آزمون فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1. Soil physical and chemical properties

عمق نمونه برداری sampling depth (cm)	هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹)	اسیدیته pH	نیتروژن کل Total N (%)	فسفر P (ppm)	پتاسیم K	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay	بافت خاک soil texture	وزن مخصوص ظاهری bulk density (gr/cm ³)	ظرفیت زراعی FC (%)	نقطه پژمردگی دائمی PWP (%)
0-40	3.88	7.8	0.014	5.02	107.9	64.2	10.8	25	Sandy clay loam	1.39	16.74	4.07

جدول ۲. میانگین ماهیانه درجه حرارت، رطوبت نسبی و میزان بارندگی شهرستان یزد در فصل زراعی ۱۳۸۵-۸۶

Table 2. Monthly average of temperature, relative humidity and precipitation of Yazd city in 2006-2007

ماه Months	درجه حرارت Temperature (C°)	رطوبت نسبی Relative humidity (%)	بارندگی Precipitation (mm)
آذر Nov-Dec	5.6	65	0.77
دی Dec-Jan	4.8	55	0.07
بهمن Jan-Feb	9.9	47	0.4
اسفند Feb-Mar	12	41	0
فروردین Mar-Apr	18.1	40	0.58
اردیبهشت Apr-May	24.9	23	0.01
خرداد May-Jun	30.7	18	0

حجم آب آبیاری در زمان اعمال تیمارها بر اساس جبران کمبود رطوبت خاک تا حد ظرفیت زراعی محاسبه گردید، بطوری که رطوبت خاک در هر نوبت قبل از آبیاری برای تیمارهای رطوبتی از طریق تعیین درصد رطوبت وزنی اندازه‌گیری و حجم آب آبیاری برای رساندن رطوبت ناحیه ریشه به حد ظرفیت زراعی از طریق رابطه شماره ۲ (Kheyrabi, 1998) برای هر تیمار محاسبه و بر حسب ابعاد کرتها بوسیله کنتور اندازه‌گیری و اعمال شد. لازم به ذکر است که بر اساس اندازه‌گیری اولیه خاک، جرم مخصوص ظاهری (pb) برابر با ۱/۳۹ گرم بر سانتیمتر مکعب، درصد رطوبت وزنی خاک در حد ظرفیت زراعی (FC) برابر با ۱۶/۷۴ درصد و درصد سنگریزه خاک (fv) برابر با ۰/۲ (۲۰ درصد) لحاظ گردید.

$$\Theta v = \Theta m (pb) \quad [1]$$

قبل از کاشت، مقدار بذر مورد نیاز هر تیمار بر حسب مساحت کرت فرعی و بر اساس تعداد دانه در متر مربع توزین و در تاریخ ۱۳۸۵/۹/۵ عملیات کاشت انجام پذیرفت. به منظور عملیات آبیاری، تنش‌های رطوبتی به شکل سیستم کم آبیاری در طول دوره رشد در قالب دور آبیاری‌های مختلف اعمال گردید. در نتیجه در هر تیمار آبیاری، مرحله یا مراحل مختلفی از دوره رشد در ارقام مختلف تحت تنش رطوبتی قرار گرفت. زمان شروع اعمال تیمارهای آبیاری، مطابق با آغاز مرحله ساقه رفتن گیاه (۱۲ اسفندماه) تعیین شد. قبل از این مرحله، سه نوبت آبیاری شامل یک نوبت آبیاری در زمان کاشت (جهت جبران کمبود رطوبت تا حد ظرفیت زراعی) و دو نوبت آبیاری موثر (بر اساس حداکثر تخلیه مجاز برای گندم) به مجموع ۵۳۰ متر مکعب در هکتار برای تمامی تیمارها صورت پذیرفت.

نوبت نمونه‌گیری خاک برای تیمارهای مختلف در جدول ۳ و مقادیر آب آبیاری محاسبه شده در هر نوبت آبیاری برای هر تیمار رطوبتی در جدول ۴ ارائه شده است. قبل از برداشت محصول با حذف اثر حاشیه ای، تعداد سنبله در واحد سطح برای هر تیمار از طریق شمارش تعداد سنبله ها در سطح یک متر مربع از هر کرت فرعی به دست آمد. به منظور تعیین تعداد دانه در سنبله نیز پس از رسیدگی محصول، از هر تیمار تعداد ۱۰ سنبله بطور تصادفی از قسمتهای مختلف کرت های فرعی انتخاب و سپس اقدام به شمارش تعداد دانه در آنها شد. وزن هزار دانه نیز با نمونه گیری تصادفی از محصول دانه برداشت شده از هر کرت فرعی و توزین آن تعیین گردید.

$$d = \frac{FC(\rho b) - \Theta v(1-fv)}{100} \times D \quad [2]$$

که در روابط فوق، ρb = جرم مخصوص ظاهری، Θm = درصد رطوبت وزنی خاک، Θv = درصد رطوبت حجمی خاک، FC = درصد رطوبت وزنی ظرفیت زراعی، $f v$ = درصد سنگریزه خاک، D = عمق توسعه ریشه گیاه (متر) و d = عمق آب آبیاری (متر) هستند.

مقدار آب آبیاری محاسبه شده تا مرحله گلدهی گیاه براساس نمونه‌گیری خاک از عمق ۰-۳۰ سانتیمتری توسعه ریشه گیاه و بعد از مرحله گلدهی بر اساس میانگین درصد رطوبت حاصل از نمونه گیری خاک از عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۵۰ سانتیمتری توسعه ریشه گیاه تعیین گردید. مقادیر درصد رطوبت وزنی بدست آمده در هر

جدول ۳. درصد رطوبت وزنی خاک در تیمارهای مختلف قبل از هر نوبت آبیاری

Table 3. Soil weight moisture percentage in different treatments before irrigation turns

نوبت‌های آبیاری Irrigation turns	فاصله آبیاری (روز) Irrigation intervals (days)			
	8	10	12	14
1	8.81	8.81	8.81	8.81
2	8.57	6.92	6.52	5.89
3	8.3	6.71	5.9	6.18
4	9.2	6.99	5.24	4.57
5	7.12	5.01	5.1	4.41
6	7.07	4.87	4.6	-
7	6.16	4.99	-	-
8	6.1	-	-	-
میانگین (Mean)	7.66	6.32	6.02	5.97

جدول ۴. مقادیر محاسبه شده آب آبیاری (متر مکعب در هکتار) برای هر نوبت آبیاری در تیمارهای مختلف

Table 4. Calculated irrigation water amount ($m^3.h^{-1}$) for irrigation turns in different treatments

نوبت‌های آبیاری Irrigation turns	فاصله آبیاری (روز) Irrigation intervals (days)			
	8	10	12	14
1	400	400	400	400
2	410	460	480	500
3	420	470	500	490
4	390	460	520	900
5	460	530	870	910
6	770	890	900	-
7	820	880	-	-
8	820	-	-	-
کل (Total)	4490	4090	3670	3200
میانگین (Mean)	561.25	584.28	611.66	640

فتوسنتزی در گیاه شد. طبق فرضیه حرکت توده‌ای عامل کاهش دهنده فتوسنتز گیاهی، فشار هیدرواستاتیکی و سرعت انتقال مواد را نیز کاهش می‌دهد. همچنین کاهش توانایی مقصد در ذخیره‌سازی مواد فتوسنتزی تولیدی گیاه، منجر به نقصان فتوسنتز توسط منبع می‌شود (Mondal et al., 1978). بر این اساس در مراحل پر شدن دانه در تیمارهای تنش رطوبتی فتوسنتز جاری گیاه کاهش یافت. علاوه بر این، تنش رطوبتی از طریق کاهش طول دوره پر شدن دانه و نقصان سرعت انتقال مواد فتوسنتزی و ذخیره‌ای در اندام‌های مختلف گیاه به سمت دانه‌ها، موجبات کاهش وزن هزار دانه را فراهم نمود. در بررسی‌های انجام شده مشاهده شد که تنش خشکی باعث کاهش وزن دانه شد. لذا کاهش مشاهده شده در وزن دانه در آن شرایط به فرایند پر شدن دانه، نه تقسیم سلولی نسبت داده شد (Ahmadi and Backer, 2001). دیگر محققان نیز دریافتند که تنش خشکی از طریق تسریع پیری برگ و کاهش دوره پر شدن دانه، از وزن دانه می‌کاهد (Royo et al., 2004).

بر اساس مقایسات میانگین سطوح مختلف آبیاری، دور آبیاری ۸ روز و ۱۰ روز حداکثر اجزای عملکرد را داشتند و از طرف دیگر دور آبیاری ۱۴ روز از حداقل اجزای عملکرد برخوردار بود. لازم به ذکر است که در ارتباط با تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله بین دور آبیاری ۱۲ روز و ۱۴ روز اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۶).

ارقام از نظر تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در سطح آماری ۱ درصد اختلاف معنی داری داشتند (جدول ۵) که حاکی از تفاوت موجود بین ارقام مختلف از لحاظ اجزای تشکیل دهنده عملکرد دانه بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ارقام پیشتاز و بک کراس روشن بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح را داشتند و حداکثر تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه به ترتیب به رقم سیستان و لاین WS-82-9 تعلق یافت. همچنین لاین WS-82-9 کمترین تعداد سنبله در واحد سطح را داشت. حداقل تعداد دانه در سنبله به ارقام بک کراس روشن، پیشتاز و لاین WS-82-9 اختصاص یافت و رقم بک کراس روشن از پائینترین وزن هزار دانه برخوردار بود (جدول ۷).

عملیات برداشت محصول در تاریخ ۱۳۸۶/۳/۱۷ انجام پذیرفت و از مساحت یک متر مربع از هر کرت فرعی مقدار عملکرد ماده خشک اندام هوایی توزین و پس از خرمن کوبی، مقادیر عملکرد دانه و کاه بدست آمد. شاخص برداشت نیز از طریق تخمین نسبت عملکرد دانه به عملکرد کل (ماده خشک اندام هوایی) برای هر تیمار محاسبه گردید. نتایج بدست آمده از طریق برنامه‌های نرم‌افزاری MSTAT-C و Excel مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. میانگین‌ها نیز با استفاده از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح آماری ۵ درصد) مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، بین سطوح مختلف تیمار آبیاری از نظر تعداد سنبله در واحد سطح و وزن هزار دانه در سطح آماری ۱ درصد و تعداد دانه در سنبله در سطح آماری ۵ درصد اختلاف معنی داری مشاهده شد (جدول ۵)، بطوری که تنش رطوبتی در قالب دور آبیاری موجب کاهش اجزای تشکیل دهنده عملکرد دانه گردید.

بر این اساس تنش رطوبتی از طریق کاهش تعداد پنجه بارور در هر بوته بر تعداد سنبله در واحد سطح تاثیر منفی گذاشت. در اوایل دوره رشد به دلیل عدم محدودیت رطوبتی خاک، تعداد پنجه‌های زیادی تولید شد، ولی در ادامه روند رشد، تخلیه رطوبت خاک توسط پنجه‌ها و تنش آبی اعمال شده (بخصوص در تیمارهای رطوبتی با فواصل آبیاری بیشتر) منجر به اتلاف رطوبت و از بین رفتن درصد بالاتری از پنجه‌ها گردید که در نهایت تعداد سنبله در واحد سطح را نقصان داد. علاوه بر این، کاهش رطوبت در مراحل بحرانی رشد از جمله مرحله گرده‌افشانی (لقاح) و حساسیت دانه‌های گرده به کمبود رطوبت منجر به کاهش تعداد دانه تولیدی در هر سنبله (ظرفیت مقصد) گردید. هر چند بر اساس بررسی‌های انجام گرفته بر روی صفات کمی مرتبط با تعداد دانه در سنبله، کاهش تعداد سنبلچه در سنبله فرعی (پنجه‌ها) بیشترین تاثیر را در ارتباط با کاهش تعداد دانه در هر سنبله داشت.

بطور کلی با افزایش فواصل آبیاری، محدودیت رطوبتی خاک در طول دوره رشد باعث محدودیت تولید مواد

(جدول ۵). در ضمن، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و شاخص برداشت مشاهده گردید ($r=0.952$). با افزایش تنش رطوبتی در قالب دور آبیاری، مقادیر عملکرد دانه و شاخص برداشت روند کاهشی به خود گرفت که کاهش در عملکرد دانه مستقیماً متأثر از کاهش در اجزای تشکیل دهنده آن بود و کاهش در شاخص برداشت گواه این نکته بود که عملکرد دانه در اثر اعمال تنش آبی بر گیاه، تاثیرپذیری بیشتری نسبت به عملکرد ماده خشک (کل) گیاه داشت و در ازای اعمال تنش خشکی، عملکرد دانه به نسبت بیشتری در مقایسه با عملکرد ماده خشک اندام هوایی گیاه کاهش یافت که مهمترین دلیل عمده آن طولانی‌تر بودن طول دوره پر شدن دانه و بالاتر بودن سرعت انتقال مواد فتوسنتزی اندام‌ها به سمت دانه در تیمارهای رطوبتی با فواصل آبیاری کمتر در مقایسه با تیمارهای تنش رطوبتی بود. طی آزمایشی مشابه در اثر تنش رطوبتی عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت گندم بهاره بطور معنی‌داری کاهش یافت (Yan-Jun et al., 2006).

طبق نتایج بدست آمده از آزمایشی، کمبود آب به طور متفاوت و معنی‌داری عملکرد ارقام گندم را تحت تاثیر قرار داد. کاهش رطوبت اعمال شده ابتدا منجر به کاهش وزن دانه شد و تاثیرات کمبود آب روی عملکرد واریته‌های خاص، اغلب ناشی از تاثیر روی تعداد دانه‌های هر سنبله بود (Guttieri et al., 2001). نتایج آزمایشی دیگر نیز نشان داد که تاثیر مقادیر مختلف آب آبیاری بر تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی ارقام مختلف گندم معنی‌دار شد و همچنین ارقام مورد بررسی تفاوت معنی‌داری از نظر صفات مذکور با یکدیگر داشتند (Salemi and Afyouni, 2004).

اثرات متقابل دو تیمار در ارتباط با اجزای تشکیل دهنده عملکرد دانه معنی‌دار نشد که نشان دهنده تاثیر مستقل هر کدام از تیمارها بر روی صفات مورد نظر بود (جدول ۵). نتایج حاصل از مقایسات میانگین اثرات متقابل تیمارها در جدول ۸ ارائه شده است. سطوح مختلف تیمار آبیاری بر عملکرد دانه و شاخص برداشت در سطح آماری ۱ درصد تاثیر معنی‌داری داشتند

جدول ۵. تجزیه واریانس عملکرد دانه، اجزای عملکرد و شاخص برداشت ژنوتیپ‌های گندم نان در تیمارهای مختلف آبیاری (میانگین مربعات)

Table 5. Analysis of variance for grain yield, yield components, and harvest index of bread wheat genotypes in different irrigation treatments (Mean Squares)

S.O.V.	منبع تغییرات	df.	تعداد سنبله در مترمربع spikes per m ²	تعداد دانه در سنبله grains per spike	وزن هزار دانه (گرم) thousand kernel weight (gr)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) grain yield (kg.ha ⁻¹)	شاخص برداشت harvest index (%)
R	تکرار	3	4072.667	7.989	24.243	211810.417	6.31
I	دور آبیاری	3	31381.167 **	45.711 *	515.935 **	7103260.417 **	185.976 **
Error a	خطای a	9	1482.278	11.633	10.715	116620.139	5.635
C	رقم	3	66840.5 **	54.917 **	243.457 **	412335.417 **	8.424 ns
I×C	رقم×دور آبیاری	9	1869.222 ns	2.532 ns	13.077 ns	242739.583 **	12.968 **
Error b	خطای b	36	1347.708	3.711	7.459	66324.653	3.168
CV(%)	ضریب تغییرات		7.66	6.61	9.34	10.06	6.43

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪؛ ns به معنی غیرمعنی‌دار.

* and ** means significant at 5% and 1% probability levels, respectively; ns is non-significant

جدول ۶. مقایسه میانگین اثرات سطوح مختلف تیمار آبیاری بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و شاخص برداشت

Table 6. Mean comparison of irrigation treatments effect on grain yield, yield components and harvest index

شاخص برداشت	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در مترمربع	فواصل آبیاری (روز)
harvest index (%)	grain yield (kg.ha ⁻¹)	thousand kernel weight (gr)	grains per spike	spikes per m ²	Irrigation intervals (days)
a ۳۰.۹	a ۳۲۵۸	a ۳۴.۳۲	a ۳۱.۰۷	a ۵۲۹.۹	۸
a ۲۹.۵۷	b ۲۸۶۵	a ۳۳.۰۳	ab ۲۹.۷۱	a ۴۹۹.۴	۱۰
b ۲۷.۰۳	c ۲۴۰۶	b ۲۷.۶۸	ab ۲۸.۷۴	b ۴۵۸.۳	۱۲
c ۲۳.۱۵	d ۱۷۰۷	c ۲۱.۸۸	b ۲۷.۰۵	b ۴۲۹.۵	۱۴

در هر ستون اعداد با حداقل یک حرف مشابه تفاوت معنی داری با هم ندارند.

Means followed by at least one similar letter are not significantly different.

جدول ۷- مقایسه میانگین عملکرد دانه، اجزای عملکرد و شاخص برداشت در ژنوتیپ های مختلف گندم نان

Table 7. Mean comparison of grain yield, yield components and harvest index in different bread wheat genotypes

شاخص برداشت	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در مترمربع	ارقام
harvest index (%)	grain yield (kg.ha ⁻¹)	thousand kernel weight (gr)	grains per spike	spikes per m ²	Cultivars
ab ۲۷.۷۱	ab ۲۶۱۳	c ۲۵.۷۸	b ۲۸.۰۸	a ۵۲۹	بک کراس روشن
a ۲۸.۱۷	a ۲۷۴۹	b ۲۸.۰۸	a ۳۱.۹۱	b ۴۵۴.۴	سیستان
a ۲۸.۱۵	bc ۲۵۰۳	a ۳۴.۸۳	b ۲۸.۱	c ۳۹۹.۳	WS-82-9
b ۲۶.۶۲	c ۲۳۷۲	b ۲۸.۲۲	b ۲۸.۴۸	a ۵۳۴.۴	پیشتاز

در هر ستون اعداد با حداقل یک حرف مشابه تفاوت معنی داری با هم ندارند.

Means followed by at least one similar letter are not significantly different.

بین ژنوتیپها از لحاظ عملکرد دانه اختلاف معنی داری در سطح آماری ۱ درصد مشاهده شد (جدول ۵). رقم سیستان و بک کراس روشن بیشترین عملکرد دانه را داشتند و رقم پیشتاز و لاین WS-82-9 کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. همچنین ارقام سیستان، بک کراس روشن و لاین WS-82-9 بالاترین شاخص برداشت را دارا بودند و پائین ترین شاخص برداشت به رقم پیشتاز تعلق یافت (جدول ۷). این نتیجه تفاوت بین ارقام را در میزان انتقال مواد فتوسنتزی تولیدی اندامها (منبع) به سمت دانهها (مقصد) نشان داد.

در آزمایشی به منظور مطالعه اثر تنش خشکی بر روی شاخصهای رشد و ارتباط آنها با عملکرد و مقاومت به خشکی ارقام مختلف گندم، تنش خشکی باعث کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در تمام ارقام شد ولی درصد کاهش در ارقام مورد آزمایش متفاوت بود. بیشترین کاهش را ارقام روشن و تجن و کمترین کاهش را رقم چمران و لاین M-75-7 نشان دادند (Ahmadi and

طبق تحقیقات صورت گرفته به منظور بررسی اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و کارایی مصرف آب چهار رقم گندم، تیمارهای مختلف تنش رطوبتی بطور معنی داری باعث کاهش تعداد سنبله در واحد سطح، عملکرد دانه، وزن ماده خشک اندامهای هوایی و شاخص برداشت شدند (Ghajar Sepanlou and Siadat, 2000). همچنین در آزمایشی دیگر، تیمارهای مختلف استرس آبی محصول عملکرد دانه را کاهش دادند، به طوری که هر چه طول دوره زمانی استرس آبی (در مقایسه با تیمار شاهد) بیشتر شد، عملکرد دانه به نسبت بیشتری کاهش یافت (Ozturk and Aydin, 2004).

بر اساس مقایسات میانگین سطوح مختلف آبیاری، دور آبیاری ۸ روز حداکثر عملکرد دانه را داشت و بالاترین شاخص برداشت به دور آبیاری ۸ روز و ۱۰ روز تعلق یافت. از طرف دیگر، دور آبیاری ۱۴ روز حداقل عملکرد دانه و شاخص برداشت را به خود اختصاص داد (جدول ۶).

برداشت را دارا بودند و ارقام پیشتاز، سیستان و بک کراس روشن در دور آبیاری ۱۴ روز کمترین شاخص برداشت را در بین تمامی تیمارها در اختیار داشتند (جدول ۸). طبق نتایج کلی بدست آمده از آزمایش و با توجه به اهداف مورد نظر در رابطه با این تحقیق، به ازای افزایش در فواصل آبیاری، مقدار تجمع ماده خشک در گیاه و اجزای عملکرد دانه در ژنوتیپهای مختلف گندم نقصان یافت که در نهایت منجر به کاهش در عملکرد اقتصادی و شاخص برداشت گیاه گردید. همچنین با توجه به این که در مورد گیاه گندم عملکرد دانه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، دور آبیاری ۸ روز به عنوان دور آبیاری مطلوب جهت حصول حداکثر عملکرد دانه گندم نان در منطقه استان یزد تشخیص داده شد که بسته به هر دور آبیاری (با توجه به عملکرد و کارایی مصرف آب بدست آمده از ارقام مورد نظر) ارقام متفاوتی به عنوان ارقام پر محصول معرفی گردیدند.

(Sio-Se-Mardeh, 2003). تحقیقات دیگر نشان داد که تنش رطوبتی بطور معنی‌داری وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت را در دو رقم گندم کاهش داد که در ارتباط با وزن هزار دانه و شاخص برداشت، بین ارقام مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (Moussavi Nik et al., 2005). اثرات متقابل دو تیمار بر عملکرد دانه و شاخص برداشت در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). به عبارتی اثرات دو تیمار آبیاری و رقم در رابطه با صفات مذکور با یکدیگر تعامل داشت و اثر هر تیمار وابسته به تیمار دیگر بود. بر این اساس، رقم سیستان در دور آبیاری ۸ روز با ۳۸۷۵ کیلوگرم در هکتار حداکثر عملکرد دانه را داشت و تمامی ارقام در دور آبیاری ۱۴ روز حداقل عملکرد دانه را در اختیار داشتند. از لحاظ شاخص برداشت نیز ارقام سیستان و بک کراس روشن در دور آبیاری ۸ روز به ترتیب با ۳۳/۸۸ و ۳۲/۱۵ درصد بیشترین شاخص

جدول ۸. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار آبیاری و رقم بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و شاخص برداشت

Table 8. Mean comparison of interaction effects among irrigation and cultivar treatments on grain yield, yield components and harvest index

فاصله آبیاری (روز)	Irrigation intervals (days)	Cultivars	ارقام	تعداد سنبله در مترمربع	spikes per m ²	تعداد دانه در سنبله	grains per spike	وزن هزار دانه (گرم)	thousand kernel weight (gr)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	grain yield (kg.ha ⁻¹)	شاخص برداشت	harvest index (%)
۸		Backcross Roshan	بک کراس روشن	ab ۵۷۷.۵	abcd ۲۹.۸۰	cd ۳۱.۸۳	b ۳۴.۰۸	ab ۳۲.۱۵					
		Sistan	سیستان	cd ۵۱۴.۵	a ۳۲.۸۸	bc ۳۳.۸۳	a ۳۸.۷۵	a ۳۳.۸۸					
		WS-82-9	WS-82-9	fgh ۴۳۴.۵	abc ۳۰.۸۸	a ۳۹.۱۰	cd ۲۸.۴۵	cde ۲۷.۹۷					
		Pishtaz	پیشتاز	a ۵۹۳.۰	abc ۳۰.۷۳	cd ۳۲.۵۱	c ۲۹.۰۵	bc ۲۹.۶۰					
۱۰		Backcross Roshan	بک کراس روشن	bcd ۵۲۵.۵	cdef ۲۸.۰۰	de ۲۹.۱۹	c ۲۹.۷۸	bc ۲۹.۶۴					
		Sistan	سیستان	def ۴۸۲.۵	ab ۳۲.۵۰	bc ۳۳.۸۵	c ۲۹.۹۸	bc ۳۰.۱۹					
		WS-82-9	WS-82-9	gh ۴۲۳.۰	bcd ۲۹.۵۰	ab ۳۷.۳۰	cd ۲۸.۴۳	bc ۳۰.۲۸					
		Pishtaz	پیشتاز	abc ۵۶۶.۵	cde ۲۸.۸۳	cd ۳۱.۸۰	cde ۲۶.۴۳	cde ۲۸.۱۶					
۱۲		Backcross Roshan	بک کراس روشن	cd ۵۱۹.۰	cdef ۲۷.۷۵	fg ۲۲.۵۲	e ۲۳.۱۸	de ۲۶.۴۸					
		Sistan	سیستان	ghi ۴۰۴.۵	ab ۳۲.۱۰	ef ۲۵.۱۰	e ۲۴.۰۵	e ۲۶.۰۳					
		WS-82-9	WS-82-9	hi ۳۷۹.۵	def ۲۶.۷۵	bc ۳۳.۷۲	de ۲۴.۶۸	cd ۲۸.۹۹					
		Pishtaz	پیشتاز	bcd ۵۳۰	cdef ۲۸.۳۵	cd ۲۹.۳۸	e ۲۴.۳۵	de ۲۶.۶۰					
۱۴		Backcross Roshan	بک کراس روشن	de ۴۹۴.۰	def ۲۶.۷۷	g ۱۹.۵۶	f ۱۷.۴۸	f ۲۲.۵۹					
		Sistan	سیستان	ghi ۴۱۶.۰	abc ۳۰.۱۵	g ۱۹.۵۵	f ۱۷.۲۰	f ۲۲.۵۶					
		WS-82-9	WS-82-9	i ۳۶۰.۰	f ۲۵.۲۷	de ۲۹.۲۱	f ۱۸.۵۵	e ۲۵.۳۴					
		Pishtaz	پیشتاز	efg ۴۴۸.۰	ef ۲۶.۰۰	g ۱۹.۲	f ۱۵.۰۵	f ۲۲.۱۱					

در هر ستون اعداد با حداقل یک حرف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Means followed by at least one similar letter are not significantly different.

گرفته شدند و رقم سیستان با ۵۵/۶۱ درصد کاهش عملکرد در بین ارقام از لحاظ مقاومت به خشکی در رده انتهایی جای گرفت. لازم به ذکر است که در بین ژنوتیپ-های مورد آزمایش، لاین WS-82-9 در تمام تیمارهای آبیاری از کوتاه‌ترین طول دوره رشد برخوردار بود که این خصوصیت از ویژگی‌های ارقام مقاوم به خشکی محسوب می‌شد.

سپاسگذاری

بدین وسیله از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد و دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد به منظور فراهم نمودن امکانات لازم و همچنین تمامی سازمان‌ها، اساتید و همکاران از جمله مهندس ابوالفضل عزیزیان که اینجانب را در به سرانجام رساندن این تحقیق همکاری و همیاری نمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

در دور آبیاری ۸ روز رقم سیستان، در دور آبیاری ۱۰ روز ارقام سیستان و بک کراس روشن و در اولویت دوم لاین WS-82-9 و رقم پیشتاز، در دور آبیاری ۱۲ روز لاین WS-82-9 و در اولویت دوم ارقام پیشتاز، سیستان و بک کراس روشن و در دور آبیاری ۱۴ روز تمامی ژنوتیپ‌ها به عنوان ارقام پر محصول از لحاظ عملکرد دانه شناسایی شدند. بر این اساس طبق نتایج یک تحقیق، پرمحصول-ترین رقم در شرایط تامین رطوبت، لزوما در شرایط تنش پرمحصول‌ترین نخواهد بود (Suneson, 1979). همچنین بر اساس محاسبه کسر عملکرد دانه ارقام در شدیدترین تیمار تنش رطوبتی (دور آبیاری ۱۴ روز) نسبت به مطلوب‌ترین تیمار آبیاری (دور آبیاری ۸ روز)، لاین WS-82-9 با ۳۴/۷۹ درصد کاهش عملکرد از پایداری عملکرد بالاتری نسبت به سایر ارقام برخوردار بود و به عنوان متحمل‌ترین رقم به خشکی معرفی گردید. ارقام پیشتاز و بک کراس روشن به ترتیب با ۴۸/۱۹ و ۴۸/۷ درصد کاهش عملکرد به عنوان ارقام نسبتا مقاوم در نظر

منابع

- Ahmadi, A., Backer, D.A., 2001. The effect of water stress on grain filling processes in wheat. *J. Agri. Sci.*, 136, 257-269.
- Ahmadi, A., Sio-Se-Mardeh, A., 2003. Relationships among growth indices, drought resistance and yield in wheat cultivars of different climates of Iran under stress and non stress conditions, *Iranian J. Agric. Sci.* 34(3), 667-679. [In Persian with English Summary]
- Ahmadi, A., Sio-Se-Mardeh, A., 2004. The effect of water stress on soluble carbohydrates, chlorophyll and proline contents of four Iranian wheat cultivars under different moisture regimes. *Iranian J. Agric. Sci.* 35(3), 753-763. [In Persian with English Summary]
- Asadi, H., 1999. Determination of susceptibility coefficient of wheat to water stress in different stages of vegetative growth in Karaj area, M.Sc. Thesis of Pedology, Agricultural Department, Tehran University. [In Persian with English Summary]
- Entz, M.H., Flower, D.B., 1990. Differential agronomic responses of winter wheat cultivars to post-anthesis environment stress, *Crop Sci.*, 30, 1119-1123.
- Ghajar Sepanlou, M., Siadat, H., 2000. The effect of cut irrigation in different stages of growth on yield and water use efficiency and comparison some drought tolerance indices in four wheat cultivars. *Irrig. J.* 12(10), 64-75. [In Persian with English Summary]
- Ghodsi, M., Nazeri, S.M., Zare' Feyzabadi, A., 1998. Response of new cultivars and spring wheat elite lines to drought stress. *Proceedings of the 5th Iranian Congress of Crop Sciences*, Karaj. pp.252.
- Guttieri, M.J., Stark, J.C., O'Brien, K., Souza, E., 2001. Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. *Crop Science of America*, 41, 327-335.

- Hagan, R.M., Howard, R.H., Talcoh, W.E., 1967. Irrigation of Agricultural Lands. Am. Soc. Agron. U.S.A., pp. 680-681.
- Kang, S.Z., Zhang, L., Liang, Y.L., Hu, X.T., Cai, H.J., Gu, B.J., 2002. Effects of limited irrigation on yield and water use efficiency of winter wheat in the Loess Plateau of China. *Agric. Water Manage.* 55, 203-216.
- Kheyrahi, J., 1998. The Basics and Irrigation Methods and Measurement of Water. Center of Tehran University Publication, 108p. [In Persian]
- Komar Olya, M., Khosh-Kholgh Sima, T.A., Khalvati, M.A., 1998. Examination of effective physiological indices in order to evaluate drought tolerant cultivars of wheat. Proceedings of the 5th Iranian Congress of Crop Sciences, pp. 241.
- Kouchaki, A., Banayan Aval, M., 1994. Physiology of Crop Plants. Mashhad Jahad University Publication, 380p. [In Persian]
- Mondal, M.H., Burn, W.A., Brenner, M.L., 1978. Effects of sink removal on photosynthesis and senescence in leaves of soybean plants. *Plant Physiol.* 61, 394-397.
- Moussavi Nik, M., Mobasser, H.R., Mehraban, A., 2005. Effect of water stress and potassium chloride on biological and grain yield of different wheat cultivars, Proceedings of the 7th International Wheat Conference, Mar del Plata, Argentina. 12, 655-658.
- Ozturk, A., Aydin, F., 2004. Effect of water stress at various growth stages on some quality characteristics of winter wheat. *J. Agron. Crop Sci.* 190, 93.
- Poursaleh, M., 1994. Cereals (wheat, barley, rice, corn). Tehran University Publication, 144 p. [In Persian].
- Richards, R.A., Candon, A.G., Rebetzke, G.J., 2001. Traits of improve yield in dry environments, In: Reynolds, M.P., Ortiz-Monasterio, J.U., McNab, A. (Eds.), Application of Physiology in Wheat Breeding. Mexico, CIMMYT, pp. 240.
- Royo, C., Aparicio, N., Blanco, R., Villegas, D., 2004. Leaf and green area development of durum wheat genotypes grown under Mediterranean conditions, *Europ. J. Agron.* 69, 231-233.
- Salemi, H.R., Afyouni, D., 2004. Deficit irrigation in order to select tolerant cultivars of wheat under drought stress (arid and semi-arid regions), *Agricultural Dryness and Drought Magazine*, 12:86-93. [In Persian with English Summary]
- Slater, P.J., Goode, J.E., 1967. Crop Responses to Water at Different Stages of Growth. Common wealth Agric. Bur., Farnham Royal, BUCK, England. 246p.
- Suneson, C.A., 1979. Survival of four barley varieties in a mixture, *Agron. J.* 41, 459-461.
- Yan-Jun, D., Zi-Zhen, L., Wen-Long, L., 2006. Effect of different water supply regimes on growth and size hierarchy in spring wheat populations under mulched with clear plastic film. *Agri. Water Management*, ISSN 0378-3774, CODEN AWMADF. 79, 265-279.