تأثیرات کم‌آبیاری بر عملکرد دانه و خصوصیات کیفی شش رقم جدید گندم در کبوتر آباد اصفهان[۱]

حمیدرضا سالمی، سعید ملک و داوود افیونی[۲]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۴/۳/۱۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۴/۱۰/۱۰

چکیده

به منظور بررسی واکنش ارقام جدید و تجارتی گندم و یک لاین امیدبخش به تیمارهای مختلف کم‌آبیاری، آزمایشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوتر آباد به صورت طرح آماری کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی درسه تکرار اجرا شد. سه تیمار میزان آب آبیاری شامل ۱۰۰، ۸۰، و ۶۰ درصد تبخیر و تعرق محصول در کرت‌های اصلی و شش رقم گندم (پیشتاز، شیراز، M-73-18، مرودشت، مهدوی، و بک کراس روشن) در کرت‌های فرعی قرار گرفت. طی دورهٔ رشد و در پایان فصل رشد عملکرد و خصوصیات کیفی در تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شد و داده‌های ثبت شده طی سه سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰، ۸۲-۱۳۸۱ و ۸۳-۱۳۸۲ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که تأثیر میزان‌های مختلف آب آبیاری بر عملکرد دانه، کارآیی مصرف آب (WUE)، و کشش‌پذیری خمیر در سطح یک درصد ($\rho \leq$ ۰/۰۱) معنی‌دار است. تأثیر میزان آبیاری بر صفات، تعداد سنبله در مترمربع، و گلوتن در سطح پنج درصد ($\rho \leq$ ۰/۰۵) معنی‌دار است ولی تأثیر میزان‌های آبیاری بر صفات پروتئین، خاکستر، عدد زلنی، و مقاومت به کشش‌پذیری خمیر معنی‌دار نیست. ارقام مورد بررسی تفاوت کاملاً معنی‌داری ($\rho \leq$ ۰/۰۱) از نظر عملکرد دانه، عدد زلنی (رسوب)، مقاومت به کشش و کشش‌پذیری خمیر داشتند. البته تفاوت این ارقام در خصوص صفات پروتئین، خاکستر و گلوتن معنی‌دار نشد. میانگین مقادیر WUE در تیمار ۶۰ درصد تبخیر و تعرق محصول، حداکثر و برابر ۱/۵۴ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. همچنین رقم پیشتاز دارای بالاترین مقدار WUE بود. بعد از این رقم، لاین M-73-18 و رقم بک کراس روشن بیشترین مقدار WUE را دارا بودند. از این رو در مناطق خشک ارقام مذکور تحت مدیریت ۴۰ درصد کسر آبیاری بر سایر ارقام برتری دارند.

واژه‌های کلیدی

عملکرد دانه، کارآیی مصرف آب، کم‌آبیاری، کیفیت گندم، گندم

۱- برگرفته از طرح تحقیقاتی شماره ۸۱۰۷۸-۲۰-۱۰۳ مصوب سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی

۲- اعضای هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان. نشانی: اصفهان، ص. پ. ۱۹۹-۸۱۷۸۵، دورنگار: ۰۳۱۱-۷۷۵۷۰۲۲، پیام نگار: hr_Salemiuk@yahoo.com

© 2010,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقدمه

در مناطق خشک و نیمه خشک، دستیابی به ارقامی از گندم که تحت شرایط محدودیت آب و کم‌آبیاری تحمل بیشتری نشان دهند و کاهش عملکرد در آنها کمتر باشد بسیار مهم است. با دستیابی به چنین ارقامی و تعیین حد تحمل آنها به کم‌آبیاری می‌توان تا حد زیادی از اتلاف منابع آب جلوگیری کرد و در عین حال به عملکرد و کیفیت مناسبی نایل شد.

دانائی و آینه (Danaei & Ayeneh, 2000) اثر قطع آب آخر و قطع دو آب آخر را بر عملکرد هشت رقم گندم در بهبهان بررسی و آن را معنی‌دار گزارش کردند. در این بررسی معلوم شد که بالاترین عملکرد دانه به میزان ٤/٧٢١ تن در هکتار در حالت آبیاری کامل و کمترین آن با ٣/٤٠٠ تن در هکتار در حالت قطع دو آب آخر به دست آمد. بالاترین عملکرد دانه متعلق به رقم چمران بود و اثر متقابل آبیاری و رقم معنی‌دار گزارش شد.

ژانگ و پی (Zhang & Pei, 1999) در تحقیقی هشت ساله در دشت‌های شمالی چین همزمان با یک دورهٔ خشکسالی، ارقام بومی گندم زمستانه را با تراکم ۳۰۰ دانه در مترمربع از نظر دفعات و مقادیر آبیاری تحت مدیریت قرار دادند. نتایج نشان داد که نه تنها با دفعات زیاد آبیاری بالاترین عملکرد محصول محقق نمی‌شود بلکه با افزایش میزان آب آبیاری به بالاتر از ٤٥٠ میلی‌متر، عملکرد با کاهش مواجه خواهد شد. در سال‌های خشک، چهار آبیاری (٤٨٩ میلی‌متر) بالاترین عملکرد و دوآبیاری (۳۷۷ میلی‌متر) بالاترین WUE را به میزان ۱/۹۳ کیلوگرم بر متر مکعب به همراه داشته است.

رمضان پور و دستفال (Ramezanpour & Dastfal, 2004) در طرح تحقیقاتی ارزیابی تحمل به خشکی ارقام جدید گندم در استان فارس، سه تیمار آبیاری براساس تامین ۱۰۰ در صد نیاز آبی، ۲۵ و ۵۰ درصد کاهش آب مصرفی نسبت به آبیاری بهینه را روی ده رقم گندم اجرا کردند. نتایج نشان داد کاهش ۲۵ و ۵۰ درصد آب مصرفی، عملکرد دانه را به ترتیب ۲۱/۸ و ٤٠/٧ درصد کاهش می‌دهد. در بین ارقام مورد آزمایش، دو رقم چمران و داراب ۲ تحمل بیشتری به خشکی نشان دادند.

وزیری (Vaziri, 2000) اثر پنج دور آبیاری را بر تولید گندم نوید و M-70-4 در کرمانشاه بررسی کرد. در این تحقیق آبیاری‌ها بر اساس ۲۰، ٤٠، ۸۰ و ۱۰۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک انجام شد. نتایج نشان داد در کلیهٔ تیمارها، عملکرد دانهٔ گندم M-70-4 به میزان معنی‌داری بیشتر از گندم نوید است. در گزارش وزیری همچنین حساسیت گندم نوید به تنش خشکی بیشتر از گندم رقم M-70-4 و میزان کاهش محصول دانه در این رقم در خشک‌ترین تیمار نسبت به تیمار مطلوب ۲۷ درصد و در رقم M-70-4 حدود ۱۷ درصد اعلام شده است.

قاجارسپانلو و سیادت (Ghajarsepanlou & Siadat, 1999)، در تحقیقی اثر پتانسیل آب (میزان آب موجود در خاک) را بر تراکم نهایی بوته در واحد سطح و کاهش تولید بررسی کردند. در این تحقیق کاهش تولید در پتانسیل صفر (شاهد) و پتانسیل‌های نزدیک به صفر مگاپاسکال[1] اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند ولی در پتانسیل

1- Megapascal

آب ۰/۲- مگاپاسکال درصد جوانه‌زنی به طور معنی‌داری تفاوت نشان داد. براساس نتایج این تحقیق استفاده از رقم‌های عدل و ماهوتی در شرایط بحرانی آب توصیه شده ولی کاربرد رقم سرداری در سال‌های با پاییز کم باران خطرناک اعلام شده است.

رضوی (Razavi, 2003) به منظور تعیین میزان حساسیت گندم به آب آبیاری در مراحل حساس رشد گندم، آزمایشی را به مدت سه سال اجرا کرد. در این آزمایش، سه مرحله رشد گندم شامل سنبله رفتن، گلدهی، و دانه بستن برای اعمال تیمارهای آبیاری در نظر گرفته شده بود. با توجه به نتایج، حداکثر عملکرد از تیمار شروع آبیاری در مرحله سنبله رفتن و آبیاری در هر سه مرحلهٔ سنبله رفتن، گل‌دهی، و دانه بستن و با مقدار آب آبیاری بر اساس ۷۰ درصد تبخیر از تشت حاصل شد.

اسدی و همکاران (Asadi *et al*., 2003) به منظور تعیین حساسیت گندم مهدوی به تنش رطوبتی آزمایشی را در کرج با ۹ تیمار و ٤ تکرار اجرا کردند. تیمارها شامل آبیاری کامل در تمام مراحل رشد، بدون آبیاری و قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بود. حداکثر عملکرد دانه مربوط به آبیاری کامل و حداقل آن مربوط به تیمار بدون آبیاری بود. همچنین نتایج نشان داد از لحاظ عملکرد دانه بین تیمارها (مقادیر مختلف آب آبیاری) اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد.

وحید و همکاران (Vahid *et al*., 1999) در روش آبیاری کرتی، عملکرد نسبی محصول گندم را در دوره‌های گلدهی و پرشدن دانه بررسی و اعلام کردند که در اثر ۲۵ درصد کمبود تبخیر و تعرق نسبی، عملکرد نسبی از ۰/۹ (مورد انتظار) به ۰/۳۹ کاهش می‌یابد. در این تحقیق بازده مصرف آب نسبی ۱/۲ کیلوگرم بر متر مکعب گزارش شده است.

ریچی و نگوئن (Ritchie & Neguen, 1990) محتوای آب برگ و پارامترهای تبادل گازی رادر دو ژنوتیپ گندم حساس و مقاوم به خشکی در مرحلهٔ رشد رویشی و گرده افشانی بررسی کردند و دریافتند که در شرایط تنش، مقدار رطوبت نسبی برگ[1] رقم مقاوم، بیش از رقم حساس است.

گیوتری و همکاران (Guttieri *et al*., 2000) در تحقیقات دو ساله در منطقه آیداهو[2] از شش رقم محلی گندم قرمز با سه تیمار آبیاری بدون استرس (آب مصرفی ٤۳۹ میلی‌متر)، استرس متوسط (آب مصرفی ٤۰۳ میلی‌متر)، و استرس شدید (آب مصرفی ۲۸٦ میلی‌متر) استفاده کردند. نتایج نشان داد که تأثیر میزان‌های مختلف آبیاری بر شاخص پروتئین آرد گندم در ارقام مختلف مورد مطالعه در سطح یک درصد ($\rho \leq$ ۰/۰۱) معنی‌دار است و نیز با افزایش تنش‌های رطوبتی، پروتئین دانه در کلیهٔ ارقام افزایش می‌یابد ولی تنش‌های آبی ملایم و شدید به ترتیب باعث کاهش ۲۳ و ٤٦ درصد عملکرد محصول می‌شود. در این تحقیق، اثر میزان‌های مختلف آبیاری بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر نیز در سطح پنج درصد ($\rho \leq$ ۰/۰۵) معنی‌دار اعلام شده است. این محققان در تحقیق دیگری (Guttieri *et al*., 2001) تأثیر دو روش مدیریت آبیاری را بر میزان عملکرد، پروتئین، و دیگر خصوصیات کیفی گندم مطالعه کردند. در روش اول (کمبود ملایم رطوبت در تیمار شاهد)، مزرعه

1- RWC-L 2- Idaho

به میزان مرسوم و یک هفته در میان آبیاری می‌شد. در روش دوم (کمبود شدید رطوبت)، آبیاری مزرعه مشابه روش اول بود ولی این آبیاری در اولین روز تابستان (۲۱ ژوئن) به طور کلی قطع می‌شد. در روش دوم مدیریت آبیاری، تأثیر میزان آب مصرفی بر شاخص‌های ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، و درصد استخراج آرد در سطح یک درصد ($\rho \leq ۰/۰۱$) معنی‌دار شد. میزان افت عملکرد دانه در اثر کم آبیاری شدید تا ۱۸ درصد گزارش شده است. تأثیر میزان آب مصرفی بر شاخص پروتئین آرد معنی‌دار نشد ولی میزان پروتئین با افزایش تنش رطوبتی سیر صعودی داشت.

گولر (Güler, 2002) در ترکیه تأثیر چهار رژیم آبیاری شامل آبیاری صفر (I_0)، آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر در مرحلهٔ کاشت (I_1)، آبیاری ۲۰۰ میلی‌متر در مراحل کاشت و سنبله رفتن (I_2)، و آبیاری ۳۰۰ میلی‌متر در مراحل کاشت، سنبله رفتن و پرشدن دانه (I_3) را بر مشخصه‌های پروتئین دانه، وزن هزار دانه، عدد زلنی (رسوب) و رنگدانه ارزیابی کرد. در این تحقیق اعلام شد که افزایش میزان آب مصرفی موجب افزایش وزن هزار دانه در تمامی سه مرحله مورد بررسی می‌شود. آبیاری در زمان کاشت و سنبله رفتن به میزان ۲۰۰ میلی‌متر (I_2) منجر به افزایش رنگدانه و غلظت پروتئین می‌شود ولی افزایش آب مصرفی به افزایش وزن هزار دانه در تمامی سه مرحلهٔ مورد بررسی می‌انجامد، همچنین با افزایش آب مصرفی در تیمار I_3 مقدار پروتئین آرد کاهش می‌یابد. در این تحقیق، مقدار عدد زلنی (رسوب) در بین ارقام مورد مطالعه به طور معنی‌داری متفاوت بود و با افزایش تنش آبی این پارامتر سیر صعودی پیدا کرد. تأثیر میزان‌های آبیاری بر شاخص پروتئین در سطح یک درصد ($\rho \leq ۰/۰۱$) معنی‌دار بود.

کیمبال و همکاران (Kimball *et al*., 2001) در یک آزمایش دو ساله در مرکز کشاورزی ماریکوپای آریزونا[1] تأثیر غلظت CO_2، رطوبت خاک، و غلظت نیتروژن در خاک را بر کیفیت دانهٔ گندم بررسی کردند. تیمارهای آبیاری شامل ۱۰۰ و ۵۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق به روش قطره‌ای زیرسطحی در قالب طرح آماری نواری اجرا شد. مقدار آب آبیاری با احتساب بارندگی (۷٦ و ٦۱ میلی‌متر) در سال‌های اول و دوم آزمایش به ترتیب ٦۷٦ و ٦۸۱ میلی‌متر گزارش شد. اثر تیمارهای آبیاری بر وزن هزار دانه و خاکستر آرد معنی‌دار نشد ولی بر غلظت پروتئین آرد در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. در تیمار ۵۰ درصد تبخیر و تعرق محصول غلظت پروتئین افزایش یافت.

در تحقیقی که اوزتورک و آیدن (Öztürk & Aydin, 2004) در منطقه ارزروم[2] ترکیه روی گندم زمستانه انجام داد تأثیر تنش آبی در مراحل مختلف رشد به صورت آبیاری کامل (FI)، دیم (R)، تنش زودهنگام (EWS)، تنش دیرهنگام (LWS) و تنش آبی مداوم (CWS) بررسی شد. در این تحقیق نشان داده شد که تنش در تیمارهای CWS، EWS، R، و LWS عملکرد دانه را به ترتیب ٦۵/۵، ٤۰/٦، ۳۰/۵، و ۲٤ درصد کاهش می‌دهد و در مقایسه با تیمار FI، پروتئین دانه، حجم رسوب، و گلوتن مرطوب در تیمار CWS به ترتیب ۱۸/۱، ۱٦/۵، و ۲۱/۹ درصد افزایش نشان می‌یابد ضمن

1- Maricopa-Arizona 2- Erzurum

اینکه در این تیمار وزن هزار دانه ۷/۵ گرم کاهش یافته بود. LWS باعث افزایش پروتئین، رسوب، و گلوتن مرطوب به ترتیب به مقدار ۸/۳، ۸/۷ و ۱۰/۸ درصد و کاهش وزن هزار دانه به میزان ۳/۸ گرم شده است. همچنین RWS و R گلوتن مرطوب و حجم رسوب را افزایش داد. این محققان دریافتند که شرایط مطلوب رطوبتی خاک عملکرد دانه و وزن هزار دانه را در گندم زمستانه بهبود می‌بخشد ولی باعث کاهش کیفیت نیز می‌گردد.

با توجه به سطح وسیع مزارع گندم در استان اصفهان و وقوع خشکسالی‌های چند سال گذشته، تعیین آثار کم آبیاری بر عملکرد دانه و شاخص‌های کیفیت گندم و معرفی متحمل‌ترین ارقام جدید مقاوم محصول به کم آبیاری در شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک از اهداف این تحقیق به شمار می‌آیند.

مواد و روش‌ها

- مواد

محل اجرای این طرح، ایستگاه تحقیقات کبوترآباد واقع در ۲۵ کیلومتری شرق اصفهان با عرض جغرافیایی ˝۳۱ و °۳۲، طول جغرافیایی ˝۵۱ و °۵۱ و ارتفاع ۱۵۴۵ متر از سطح دریاست. این منطقه با متوسط بارش حدود ۱۱۵ میلی‌متر در سال جزء مناطق خشک کشور محسوب می شود. شدت نفوذ آب در خاک[1] ۲۰ میلی‌متر در ساعت و وزن مخصوص ظاهری در سطح خاک ۱/۳۴ و در عمق صد سانتی‌متری ۱/۴۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب اندازه‌گیری شده است. همچنین، میزان ظرفیت ذخیره خاک (FC-PWP) از ۱۷ درصد در سطح خاک تا ۱۵/۵ درصد وزنی در اعماق مختلف خاک متغیر است. نتایج تجزیهٔ آب و خاک در جدول‌های شمارهٔ ۱ و ۲ ارائه شده است.

جدول شمارهٔ ۱- نتایج تجزیه آب - محل اجرای طرح

منبع	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته	میلی اکی والان در لیتر							
			بیکربنات HCO^{3-}	کلر CL^{-}	سولفات SO_4^{2-}	مجموع آنیون‌ها	کلسیم Ca^{2+}	منیزیم Mg^{2+}	سدیم Na^{+}	مجموع کاتیون‌ها
چاه آب کبوترآباد	۲/۲۳۰	۷/۲	٤/٤	۱۲/٤	۸/٦	۲۵/٤	٦-٤	۱	۱۰	۲٦/٤

جدول شمارهٔ ۲- نتایج تجزیه خاک - محل اجرای طرح

هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته کل اشباع	کربن آلی OC (درصد)	N	P	K	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)
			(قسمت در میلیون قسمت)					
٤/۲۰۰	۷/۲	۰/۹۳	۰/۱۱	۳۰/۲	۳۱۰	۲۲/٤	٤۲/۲	۳۵/٤

کلاس بافت خاک: لوم سیلتی رسی

1- Infiltration rate

این آزمایش طی سه سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰، ۸۲-۱۳۸۱ و ۸۳-۱۳۸۲ در زمینی به مساحت تقریبی ۱۵۰۰ مترمربع اجرا شده است. در پایان هر سال عملکرد دانه اندازه‌گیری و خصوصیات کیفی گندم (درصد پروتئین، درصد خاکستر، گلوتن مرطوب، عدد زلنی، و مقاومت به کشش و کشش‌پذیری) تعیین شده است. در زیر توضیحاتی در مورد مواد مورد نیاز و طرز انجام آزمایش‌ها داده شده است.

الف- عملکرد دانه

پس از رسیدگی و حذف قسمت‌های حاشیه‌ای، عملکرد دانه در هر کرت فرعی تعیین شد.

ب- اندازه‌گیری درصد خاکستر

این مشخصه با استفاده از کوره الکتریکی در دمای ۶۰۰-۵۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد و بر اساس روش AACC[1] به شماره ۰۱-۰۸ اندازه‌گیری شد (Parvaneh, 1992).

ج- اندازه‌گیری درصد نیتروژن

اصول آزمایش عبارت از تعیین مقدار نیتروژن تام نمونه آرد گندم است که در این تحقیق به روش ماکروکلدال[2] انجام شده است. درگندم نسبت نیتروژن به ماده پروتئین ۱۷/۵ درصد است. بدین سبب ضریب پروتئین برای گندم ۵/۷ در نظر گرفته شده است (Majedi, 1994).

د- اندازه‌گیری ضریب رسوب (عدد زلنی[3])

این آزمایش را دکتر سلنی آمریکایی ابداع کرد (Pinckney *et al*., 1957). حجم رسوب با تعلیق آرد حاصل از آسیاب کردن دانهٔ گندم با رطوبت ۱۵ درصد به دست آمد. عدد به دست آمده بر اساس روش AACC به شماره ۶۰-۵۶ مشخص کنندهٔ ارزش یا ضریب رسوب است. ضریب رسوب به دست آمده مستقل از درصد رطوبت مورد آزمایش است و باید تصحیح شود. ضریب رسوب تصحیح شده را برحسب فرمول زیر محاسبه می‌کنند (Majedi, 1994):

$$\text{ضریب رسوب تصحیح شده} = \text{ضریب تصحیح نشده} \times \frac{\text{میزان رطوبت} - ۱۰۰}{۱۰۰-۱۴} \qquad (۱)$$

جدول شمارهٔ ۳- گروه‌بندی کیفیت رسوب با استفاده از ضریب رسوب (Majedi, 1994)

ضریب با ارزش رسوب	قضاوت
بیش از ۳۶	خیلی خوب
۲۵ تا ۳۶	خوب
۱۶ تا ۲۲	ضعیف
کمتر از ۱۵	ناقص (فقیر)

1- American Association of Cereal Chemists
2- Macrokjeldahl
3- Zeleny

هـ- اندازه‌گیری گلوتن

گلوتن مرطوب با استفاده از دستگاه گلوتاماتیک[1] ساخت یک کارخانه سوئدی (Perten instrument AB) بر اساس روش AACC به شماره ۱۱-۳۸ اندازه‌گیری شد (Parvaneh, 1992).

و- مقاومت به کشش[2] و کشش‌پذیری خمیر[3] (رئولوژی خمیر)

صفات فوق با دستگاه اکستنسوگراف[4] اندازه‌گیری می‌شود. این دستگاه، کشش‌پذیری و مقاومت به کشش خمیر را به صورت منحنی اکتنسوگرام نشان می‌دهد (Karimi, 1992).

به منظور قضاوت در کیفیت گندم با توجه به ضریب رسوب باید ضرائب جدول شمارهٔ ۳ را در نظر داشت.

- روش‌ها

مدل آماری مورد استفاده برای اجرای آزمایش در هر سال، طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. میزان آب آبیاری به عنوان عامل اصلی شامل سه سطح Etc100، Etc80 و Etc60 به صورت مقادیر تبخیر از تشت کلاس الف با اعمال ضرایب Kp (ضریب تشت) و Kc (ضریب گیاهی) و ارقام به عنوان عامل فرعی شامل شش رقم امید بخش و تجارتی گندم یعنی پیشتاز، شیراز، M-73-18، مرودشت، مهدوی، و بک کراس روشن در نظر گرفته شده بود. ضریب Kp با استفاده از ضوابط فائو (Doorenbos & Pruitt, 1977) و با توجه به مشخصات هواشناسی محل اجرای آزمایش برابر ۰/۸ به دست آمد. ضریب Kc نیز در طول فصل زراعی برای ۳ سال آزمایش از ۰/٤ تا ۱/۳ متغیر بود. ابعاد هر کرت فرعی ۱/۲×٦ متر و شامل شش خط ٦ متری روی دو پشته با فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. تاریخ کاشت در سال اول ۱۹ آبان، در سال دوم ۲۸ آبان و در سال سوم ۲۵ آبان تعیین شد. به منظور جلوگیری از آثار ناخواستهٔ رطوبتی کرت‌های اصلی بر یکدیگر، ضمن در نظر گرفتن حاشیه در طرفین آنها، فواصل ۱/۵ متری برای جداسازی آنها از هم در نظر گرفته شد. تراکم، بر اساس ٤۰۰ دانه در متر مربع در نظر گرفته شد. کودهای شیمیایی بر اساس تجزیهٔ خاک و طبق توصیهٔ مؤسسه تحقیقات خاک و آب مصرف شد (Malakouti & Gheibi, 2000). در خلال دورهٔ رشد، مراقبت‌های زراعی لازم از قبیل مبارزه با علف‌های هرز انجام و تیمارهای آبیاری به طور منظمِ اِعمال شد. نحوهٔ آبیاری به صورت جویچه‌ای با اسپایل بود و حجم آب مصرفی با WSC فلوم اندازه‌گیری شد. مقادیر میانگین آب مصرفی در تیمارهای سه‌گانه طی ۷ نوبت آبیاری، به ترتیب برابر ٦۷٤۸ (٦۷۱، ۱۱۲۲، ۷٤۰، ۲۰۰، ۲۸۰، ٦٤۰، ۷۹۳، ۱۰٦٦، و ۱۲۳٦)؛ ٥٤۰٤ (۷۷۸، ٤۷۱، ٦۲۰، ۱۳۷، ۱۸۰، ٥۱۱، ٦۷۳، ۹٤٦، و ۱۰۸۸)؛ و ٤۰٤۷ (٦۲۲، ۳۷۱، ٤٦۹، ۱۳۰، ۱٦۰، ۳٤۰، ۳۹۳، ٦٦٦، و ۸۹٦)

1- Glutamatic
2- Resistance to stretching
3- Extensibility
4- Extensograph

مترمکعب در هکتار به دست آمد. خاطر نشان می‌سازد که آبیاری‌های نوبت اول و دوم مربوط به خاک آب و پی آب است. میزان بارش سالیانه در سه سال آزمایش به ترتیب ۱۱۷/٤، ٤۸ و ۱۲۰ میلی‌متر اندازه‌گیری شده است. با استفاده از پارامترهای فیزیکی خاک مزرعه و با لحاظ کردن عمق توسعهٔ ریشهٔ گیاه، دور آبیاری ۱۰ روز به دست آمد (دور آبیاری مرسوم منطقه ۱۲-۱۱ روز است). با توجه به توزیع وزنی ریشه‌های گندم به صورت ۵۵ درصد در ۳۰ سانتی‌متری، ۱۸ درصد در ٤۰ سانتی‌متری، ۱۵ درصد در ٦۰ سانتی‌متری، و ۱۲ درصد در عمق‌های بیشتر از ۷۵ سانتی‌متری خاک، در این تحقیق میانگین عمق توسعهٔ ریشه در طول دورهٔ رشد گیاه ٤۰ سانتی متر در نظر گرفته شد (Behnia, 1994). سطوح مختلف آبیاری نیز در سه سطح ۱۰۰، ۸۰ و ٦۰ درصد تبخیر و تعرق محصول در نظرگرفته شد و مقادیر WUE (نسبت عملکرد دانه به حجم آب مصرفی) در تیمارهای مختلف برای ارقام مورد مطالعه به دست آمد. در پایان، نتایج سالانه آزمایش به صورت جداگانه مورد تجزیه واریانس ساده قرار گرفت و سپس نتایج سه ساله، تجزیه واریانس مرکب گردید.

نتایج و بحث

تجزیهٔ واریانس مرکب سه سالهٔ داده‌ها در جدول شمارهٔ ٤ ارائه شده است. جدول شمارهٔ ۵ نیز مقایسهٔ میانگین عملکرد دانه و صفات کیفی را در میزان‌های مختلف آبیاری و در ارقام مورد آزمایش نشان می‌دهد. با توجه به اهمیت بررسی توأمان عملکرد محصول و حجم آب مصرفی، مقادیر کارآیی مصرف آب (WUE) برای ارقام مختلف محاسبه و در جدول شمارهٔ ٦ ارائه شده است.

عملکرد دانه: بر اساس نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب، اثر میزان آبیاری و رقم بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بوده و همچنین اثر سال بر عملکرد دانه کاملاً معنی‌دار شده است. نتایج جدول شمارهٔ ۵ نشان می‌دهد که با کاهش میزان آب آبیاری، عملکرد دانه به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. در این جدول مشاهده می‌شود که بالاترین میانگین عملکرد دانه به میزان ۷٤۱۲ کیلوگرم در هکتار متعلق به رقم پیشتاز است و ارقام M-73-18، بک کراس روشن، و شیراز بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر در یک گروه قرار گرفته‌اند. میانگین عملکرد دانه در سال‌های اول، دوم، و سوم به ترتیب ۷۸۹۹، ۵۹۹۲، و ۷۵۸٤ کیلوگرم در هکتار برآورد شده است.

خصوصیات کیفی: نتایج به دست آمده از جدول شمارهٔ ٤ نشان می‌دهد که تأثیر میزان آبیاری بر شاخص پروتئین معنی‌دار نشده ولی با کاهش میزان آب مصرفی مقدار پروتئین حدود ۷ درصد افزایش یافته است. اثر رقم نیز بر این صفت

معنی‌دار نشده است. بالاترین مقدار پروتئین مربوط به رقم مهدوی است. تأثیر آب آبیاری و رقم بر خاکستر معنی‌دار نشد. بیشترین میزان خاکستر مربوط به رقم مهدوی و کمترین آن به رقم M-73-18 اختصاص دارد. اثر آبیاری بر صفت گلوتن مرطوب در سطح پنج درصد ($\rho \leq$ ۰/۰۵) معنی‌دار شد ولی اثر رقم براین صفت معنی‌دار نشد. براساس جدول شمارهٔ ۵، بیشترین میزان گلوتن مرطوب مربوط به رقم M-73-18 و کمترین آن مربوط به رقم پیشتاز است. همچنین، تنش آبی در سطح ۸۰ درصد آبیاری کامل نسبت به آبیاری کامل اثر معنی‌داری بر این مشخصه دارد ($\rho \leq$ ۰/۰۵). کمبود رطوبت باعث افزایش گلوتن شده است. در این تحقیق، اثر متقابل آبیاری و رقم بر گلوتن در سطح یک درصد ($\rho \leq$ ۰/۰۱) معنی‌دار شد. تأثیر میزان‌های مختلف آبیاری بر مقادیر رسوب (عدد زلنی)، مقاومت به کشش و کشش پذیری معنی‌دار نشد ولی اثر تیمار ارقام براین مشخصه‌ها در سطح یک درصد ($\rho \leq$ ۰/۰۱) معنی‌دار شد. بر اساس جدول شمارهٔ ۳، مقادیر رسوب (عدد زلنی) در هر سه تیمار در گروه «خیلی خوب» قرار دارند. اثر سال بر کلیهٔ صفات، به جز خاکستر، معنی‌دار شد. حداکثر عدد زلنی و مقاومت به کشش مربوط به رقم پیشتاز و حداکثر کشش‌پذیری مربوط به رقم مهدوی است. در این آزمایش با افزایش تنش آبی، میزان رسوب حدود ۳ درصد افزایش یافت. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که تفاوت کشش پذیری در دو تیمار ۸۰ و ٦۰ درصد آبیاری کامل معنی‌دار نیست ولی تفاوت معنی‌داری بین این تیمارها و تیمار ۱۰۰ درصد وجود دارد.

همچنین اثر تیمار ارقام بر عملکرد دانه و بازده مصرف آب در هنگام اجرای آزمایش متفاوت ولی این اثر بر بقیه مشخصه‌ها در سال‌های مختلف یکسان بوده است. به طور کلی نشان داده شد که کاهش ٤۰ درصد آب مصرفی نسبت به آبیاری کامل، شاخص‌های عملکرد دانه را ۱۹/۳درصد کاهش می‌دهد. این صرفه‌جویی در آب مصرفی گیاه گندم منجر به افزایش ۳٤/۵ درصدی WUE شده است. تحقیق اسدی و همکاران (Asadi *et al*., 2003) روی گندم رقم مهدوی نشان می‌دهد که تنش رطوبتی باعث افت عملکرد دانه در این رقم می‌شود، در حالی است که رقم مهدوی در تحقیق حاضر نیز دارای پایین‌ترین مقادیر WUE هست. در آزمایش اسدی و همکاران حداکثر و حداقل عملکرد دانه به ترتیب مربوط به آبیاری کامل و تیمار تحت تنش بوده است. این نتایج با نتایج حاصل از بررسی حاضر سازگار است. ژانگ و پی (Zhang & Pei, 1999) در تحقیقات خود در مناطق تولید گندم چین، مدیریت آبیاری روی ارقام بومی گندم زمستانه[1] را بررسی کردند. دشت‌های شمال چین با بارش سالیانهٔ ۱۵۰-٦۰ میلی‌متر و آب مصرفی ۵۰۰-٤۵۰ میلی‌متر، که ۲۰ درصد گندم

1- *Triticum aestivum* L.

کشور را تأمین می‌کند در سال‌های اخیر با خشکی شدید مواجه شده است. به طوری که افت سطح ایستابی سالانه به ۱/۵-۱ متر می‌رسد. این قطب کشاورزی ازضعف برنامه‌ریزی و روش‌های غیر کارآمد آبیاری، که منجر به کاهش WUE می‌شد، به شدت آسیب‌پذیر گشته بود. نواحی مرکزی کشور ما نیز شرایطی یکسان با منطقه فوق دارد تا آنجا که معرفی ارقام متحمل به کم آبیاری و با WUE بالا در دستور کار محققان ایرانی قرار گرفته است. پژوهشگران چینی با ۳۷۷ میلی‌متر آب مصرفی به WUE برابر ۱/۳۹ کیلوگرم بر متر مکعب دست یافته‌اند در حالی‌که در تحقیق حاضر با مصرف ٤٠٤ میلی‌متر آب آبیاری، WUE برابر ۱/۵۷۱ کیلوگرم بر متر مکعب به دست آمد. در آزمایش وحید و همکاران (Vahid *et al*., 1999)، نتیجهٔ کم‌آبیاری به میزان ۲۵ درصد تبخیر و تعرق نسبی که در دورهٔ گلدهی و پرشدن دانه انجام شد کاهش ٥٦ درصدی عملکرد نسبی بود. در این تحقیق WUE نسبی برابر ۱/۲ کیلوگرم بر متر مکعب گزارش شده است. در تحقیق حاضر برای رسیدن به بازدهٔ مصرف آب ۱/٥٤ کیلوگرم بر متر مکعب افت عملکرد حدود ۱۷ درصد به دست آمده است. بر اساس مطالعات کاوه (Kaveh, 1993) درخصوص تأثیر تنش بر کیفیت محصولات زراعی، چنین استنتاج می‌شود که در مناطق گرم و خشک (محل آزمایش) و در اثر تنش‌های خشکی و کم آبی، دانهٔ گندم ریزتر می‌شود و میزان نشاسته دانه کاهش می‌یابد. البته در این شرایط میزان پروتئین دانه افزایش می‌یابد.

تحقیقات گیوتری و همکاران (Guttieri *et al*., 2001) حاکی از معنی‌دار شدن تأثیر میزان‌های مختلف آبیاری بر مشخصه‌های ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، و عملکرد دانه است. در این آزمایش، اثر این تیمار بر شاخص پروتئین آرد معنی‌دار نشد ولی میزان پروتئین با افزایش تنش رطوبتی سیر صعودی داشته است. در تحقیق حاضر نیز تأثیر کم‌آبیاری بر مشخصه‌های عملکرد دانه، وزن هزار دانه، و ارتفاع بوته معنی‌دار شد. همچنین میزان پروتئین با کاهش آب مصرفی افزایش نشان داد که این موضوع با نتایج فوق سازگاری کامل دارد. گیولر و همکاران (Guler *et al*., 2002) در تحقیقات خود نشان دادند که افزایش آب مصرفی باعث افزایش وزن هزار دانه و کاهش پروتئین و رسوب می‌شود. که با نتایج کیم‌بال و همکاران (Kimball *et al*., 2001) یکسان است. در تحقیقات اوزترک و آیدین (Ozturk & Aydin, 2004) اعلام شده است که در اثر تنش‌های آبی مداوم خصوصیات کیفی بهبود ولی عملکرد دانه کاهش می‌یابد. این نتایج نیز بر دستاوردهای حاصل از تحقیق حاضر منطبق است.

جدول شمارهٔ ۴- تجزیهٔ واریانس مرکب صفات کیفی مورد بررسی در سه سال زراعی (میانگین مربعات)

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	عملکرد دانه	کارآیی مصرف آب	پروتئین	خاکستر	گلوتن مرطوب	عدد زلنی	نسبت مقاومت به کشش	کشش‌پذیری
سال	۲	۳٤٤۷۲۱٦٤**	۱/۱۰۱**	۲٤۲/٦۸*	۰/۵۰٤ns	۱٤۷۲٤/٦**	۳۱۸٤/۳**	۵۵۰۹٦۷۸/۳**	۸٤/۷۲**
تکرار (درسال)	٦	۹۲۰۱۲۳	۰/۰٤۳	۳۳/٤	۰/۳۰٦	۲٦۲/٦	۱۳/۸۲	۲۷۲۰۷۲/۰۳	۰/۱۸۸
A (آبیاری)	۲	۲۱٤۰۱٤۱۸**	۲/٦۵**	۱۲/۵۳ns	۰/۲۲۳ns	٤۷۵/۲٤*	۳۵/۱۵ns	۱۵۸۸٦/۵ns	٦/۹۹**
سال × A	٤	۲۸٦۲۱٦	۰/۰۷۲	٤۲/۳۱ns	۰/۱٤۲ns	٤۰٦/۷۵*	۳۹/۷۸ns	۱۳۸۳۱ns	۰/۲۰۲ns
خطا (A)	۱۲	۱۰۳۷٦۳۱	۰/۰٤۸	٤۷/۲۲	۰/۱۳۹	۱۲۲/۹۲	۲۸/۱۳٤	٤۰٤۵۷	۰/۹۰۳
B (رقم)	۵	٤٦۸۰۱۵۲**	۰/۱۷٦**	۵۵/۱۵ns	۰/۲۲۳ns	۲۱۵/۳ns	۱۰۲۰/۷۵**	٤۰٤۹٦٤**	۱٦/۲٦**
سال × B	۱۰	۸۲۲۲۷۲	۰/۰۳۱	۳۷/۱٤ns	۰/۱۳٦ns	۲۷۰/٦٤*	۱٤٦/٤۸**	۲۱۳٤۹٦**	٤/۹۱**
اثر متقابل A.B	۱۰	۲٦٦۳٦۲	۰/۰۱۳	۵۱/۲۷ns	۰/۰۵۹ns	٤۲۵/٤۷**	۳۰/۷٤ns	۵۰٤۱۹ns	۱/۱۳ns
سال × A × B	۲۰	۱٤۷۱٦۳	۰/۰۰٦	٤۰/۹۹ns	۰/۰۹۱ns	٤۱۹/۷**	٤۷/۳۲ns	۵۳٤۵۰ns	۱/۲۰ns
خطا (B)	۹۰	۲۸۰٦۰٦	۰/۰۱۲	٤۵/۲۸	۰/۱۲۳۳	۱٤۱/۷۸	۲۸/۳٤	۳۸۷۹۹/۳	۰/۷٦۳٦

* معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح ۱ درصد و **ns** غیر معنی‌دار

جدول شمارهٔ ۵- مقایسهٔ میانگین صفات کیفی مورد بررسی در مقادیر مختلف آبیاری و ارقام (میانگین سه ساله)

منابع تغییرات	عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار)	کارآیی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	پروتئین (درصد)	خاکستر (درصد)	گلوتن مرطوب (درصد)	عدد زلنی (درصد)	نسبت مقاومت به کشش	کشش‌پذیری (سانتی‌متر)
الف) آبیاری								
۱۰۰ درصد نیاز آبی	۷۵۰۰a	۱/۱۱۲a	۱۲/۸۷a	۱/۷۲a	۳۶/۲b	۵۸/۳۳a	۵۲۲/۳a	۸/۸۸b
۸۰ درصد نیاز آبی	۶۲۷۲b	۱/۲۴۵b	۱۲/۹۱a	۱/۶۱a	۴۱/۷a	۵۹/۳۵a	۴۹۱/۷a	۹/۵a
۶۰ درصد نیاز آبی	۶۷۵۴c	۱/۵۴۴b	۱۳/۷۲a	۱/۷۱a	۳۷/۱ab	۵۹/۹۱a	۴۹۳/۵a	۹/۵a
ب) رقم								
پیشتاز	۷۴۱۲a	۱/۴۱۳a	۱۲/۴۳a	۱/۷۱ab	۳۵/۲۸a	۶۳/۸۲a	۷۴۱/۴۸a	۸/۱۲c
شیراز	۶۸۰۴bc	۱/۲۹۳bc	۱۳/۱a	۱/۷۱ab	۳۸/۹۹a	۶۰/۶۶bc	۴۰۹/۴b	۹/۴۱b
M-73-18	۶۹۹۴b	۱/۳۴۰b	۱۲/۴a	۱/۵۵b	۴۲/۳۵a	۵۹/۵۷c	۵۱۹/۴b	۹/۳۸b
مرودشت	۶۶۴۸c	۱/۲۶۳c	۱۲/۵۹a	۱/۷۵ab	۳۵/۱۵a	۶۳/۳۸ab	۴۵۶/۱b	۹/۰۶b
مهدوی	۶۱۵۵d	۱/۱۷۲d	۱۶/۰۴a	۱/۷۷a	۳۸/۰۳a	۴۷/۱۲d	۴۴۷/۸b	۱۰/۵۴a
بک کراس روشن	۶۹۳۵bc	۱/۳۲۲bc	۱۲/۴۶a	۱/۵۹ab	۴۰/۲۸a	۶۰/۶۱bc	۴۴۰/۸۹b	۹/۲۷b

جدول شمارهٔ ۶- مقادیر کارآیی مصرف آب (WUE) مربوط به ارقام مورد مطالعه در آزمایش (میانگین سه ساله)

WUE(کیلوگرم بر متر مکعب) / ارقام	تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری کامل	تیمار ۸۰ درصد آبیاری کامل	تیمار ٦٠ درصد آبیاری کامل
پیشتاز	۱/۲۲	۱/۳۲	۱/٦۹
شیراز	۱/۱۲	۱/۲۵	۱/۵۱
M-73-18	۱/۱۱	۱/۲۸	۱/٦۳
مرودشت	۱/۱۱	۱/۱۸	۱/۵۰
مهدوی	۰/۹۹	۱/۱۵	۱/۳۷
بک کراس روشن	۱/۱۱	۱/۲۹	۱/۵٦
میانگین	۱/۱۱	۱/۲۵	۱/۵٤

نتیجه‌گیری

تنش آبی یکنواخت در طول فصل رشد سبب کاهش عملکرد محصول گندم شد. ولی خصوصیات کیفی را بهبود بخشیده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد کمترین و بیشترین کارایی مصرف آب به ترتیب مربوط به رقم مهدوی (۱/۳۷کیلوگرم بر متر مکعب) و رقم پیشتاز (۱/٦۹ کیلوگرم بر متر مکعب) است. از این‌رو با توجه به تجزیهٔ و تحلیل داده‌های این آزمایش و مقادیر WUE توصیه می‌شود که در صورت لزوم کاربرد روش‌های کم آبیاری در مناطق دارای محدودیت شدید آب، علی‌رغم کاهش عملکرد دانه به میزان ۱۲٤٦ کیلوگرم در هکتار و با توجه به افزایش ۷ و ۳ درصدی پروتئین و رسوب در تیمار ٦۰ درصد آبیاری کامل، از این تیمار برای آبیاری ارقام پیشتاز و M-73-18 استفاده شود.

قدردانی

از آقایان امراله شاهین، مجید زیدی، داریوش صادقی و محمود توکلی به دلیل اجرای آزمایش‌های کیفیت و عملیات زراعی؛ از آقای مهندس عبدالحسین محمودزاده مسئول ادارهٔ تحقیقات هواشناسی کشاورزی کبوترآباد به دلیل ارائهٔ داده‌های هواشناسی و مهندس مختار میران زاده عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی اصفهان برای انجام امور فنی مقاله؛ و از خانم مریم شیرانی نژاد برای تایپ دقیق مقاله سپاسگزاری می‌کنیم.

مراجع

1- Asadi, H., Neishabouri, M. and Siadat, H. 2003. Determination of wheat sensitivity coefficient to water stress in different growth stages in Karaj area. Iranain Agric. Sci. J. 34(3): 579-586. (In Farsi)

2- Behnia, M. R. 1994. Cold region cereals. Tehran University. Tehran. 39-41. (In Farsi)

3- Danaei, A. and Ayeneh, L. 2000. Investigation and comparison of wheat varieties yield in limited irrigation. Proceeding of the 6th Congress of Agronmy and Plant Breeding of Iran. Babolsar. Mazandaran University. 471-472. (In Farsi)

4- Doorenbos, J. and Pruitt, W. O. 1977. Crop water requirements. FAO. Irrigation and Drainage Paper. Rome. 24, 18-34.

5- Ghajarsepanlou, M. and Siadat, H. 1999. Effect of water stress on wheat sprouting characteristics. J. of Soil and Water Sci. 13(1): 86-98. (In Farsi)

6- Güler, M. 2002. Irrigation effects on quality characteristics of durum wheat. Can. J. Plant Sci. 83, 327-331.

7- Guttieri, M. J., Ahmad, R., Stark, J. C. and Souza, E. 2000. End-use quality of six hard spring wheat cultivars at different irrigation levels. J. of Crop Sci. 40, 631-635.

8- 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. J. of Crop Sci. 41, 327-335.

9- Karimi, H. 1992. Wheat. University Pub. Center. (In Farsi)

10- Kaveh, J. 1993. Crops quality. Proceeding of the 1st Congress of Agronomy and Plant Breeding of Iran. Faculty of Agriculture. Tehran University. 223-234. (In Farsi)

11- Kimball, B. A., Morris, C. F., Pinter, P. J. and Brooks, T. J. 2001. Elevated Co2, drought and soil nitrogen effects on whecat grain quality. New phyto. 150, 295-303.

12- Majedi, M. 1994. Food chemical analysis methods. Jihad-e-daneshgahi Pub. Tehran University. (In Farsi)

13- Malakouti, M. J. and Gheibi, M. N. 2000. Determination of critical limit of effective nutritional elements in soil, plant and fruit. Agricultural Education Pub. 32-35. (In Farsi)

14- Öztürk, A. And Aydin, F. 2004. Effect of water stress at various growth stages on some quality characteistics of winter wheat. J. of Agron. and Crop Sci. 190(2): 93-99.

15- Parvaneh, V. 1992. Food chemical analysis and quality control. Tehran University Pub. (In Farsi)

16- Pinckney, A. J., Greenaway, W. T. and Zeleny, L. 1957. Further development in the sedimentation test for wheat quality. Cereal Chem. 34, 16.

17- Ramezanpour, M. and Dastfal, M. 2004. Investigation on bread and durum wheat varieties tolerance to water stress. Proceeding of 8th Congress on Iranian Agronomy Science and Plant Breeding. Guilan. 242-243. (In Farsi)

18- Razavi, R. 2003. Wheat sensitivity rate determination to water in different growth stages. Research Report. No. 451. West Azarbayejan Agricultural Research Center. (In Farsi)

19- Ritchie, S. W., Neguen. H. T. 1990. Leaf water content and gasexchange Parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Sci. 30, 105.

20- Vaziri, Zh. 2000. Relation between yield of two wheat varieties and water programming. Proceeding of 10th Congress of Iranian National Committee of Irrigation and Drainage. 38, 237-252. (In Farsi)

21- Vahid, R. A., Naqvi, H. H., Tahir, G. R. and Naqvi, S. H. M. 1999. Some studies on preplanned controlled soil moisture irrigation scheduling of field crops. In: Kirda, C., Moutonnet, P., Hera. C. and Nielsen, D. R. (Eds.). Crop yield response to deficit irrigation. Kluwer Academic Pub. Dordrecht. The Netherlands. 3-11.

22- Zhang, X. and Pei, D. 1999. Management of supplemental irrigation of winter wheat for maximum profit. In: Kirda, C., Moutonnet, P., Hera, C. and Nielsen, D. R. (Eds.). Crop yield response to deficit irrigation. Kluwer Academic Pub. Dordrecht. The Netherlands. 57-65.

Effects of Limited Irrigation on Grain Yield and Qualitative Traits of Six New Wheat Cultivars in Kaboutarabad-Isfahan

H. R. Salemi, S. Malek and D. Afiuni

To inrestigate the impacts of water deficit on yield and qualitative characteristics of wheat, a study was conducted as randomized complete blocks design and split plot layout with 3 replications and 3 treatments during three years (2002-2004). Three levels of irrigation water depth equivalent to 60, 80 and 100% of irrigation water requirement (ETC) were considered as main plots and six wheat varieties of Pishtaz, Shiraz, M-73-18, Marvdasht, Mahdavi and Back-cross roshan as subplots in an experimental site located at Kabutarabad Research Station of Isfahan. Results showed that irrigation treatments produced significant effect on grain yield. Gluten percent was affected significantly but protein content, ash, Zeleny number, and Maximum resistance of dough were not affected significantly. Very siginificant differences were noticed in grain yield, Zeleny number (sedimentation test), dough maximum resistance and dough extensibility among the cultivars. However the effects on protein, ash and gluten were not significant. Maximum WUE was noticed in the 60% ETC, equal to 1.54 kg/m^3. Tolerance to water stress (in a descending order) was found in Pishtaz, and M-73-18, respectively. Hence, The 60% ETC can be recommended for the arid regions.

Key words: Deficit Irrigation, Grain Yield, Water Use Efficiency, Wheat Quality, Wheat