



تأثیر سطوح مختلف شوری بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم گندم در دشت بیرجند

* علی شهیدی^۱ و زهرا میری^۲

^۱دانشیار دانشگاه بیرجند، دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه بیرجند

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۷/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۱۷

چکیده

سابقه و هدف: برداشت بی‌رویه آب از منابع زیرزمینی (طی دو دهه اخیر) پدیده ایتروژن (تداخل سفره آب شور در آب شیرین) در اکثر دشت‌های خراسان جنوبی را به دنبال داشته، به طوری که روز به روز به حجم آب‌های شور در دشت‌های این منطقه اضافه می‌شود. هدف این تحقیق بررسی اثرات شوری بر عملکرد، اجزاء عملکرد و درصد پروتئین دو رقم گندم قدس و روشن، تعیین کارایی مصرف آب و نیز بررسی تأثیر تغییرات کیفی آب آبیاری بر شاخص اقتصادی کارایی مصرف آب و درآمد خالص، می‌باشد.

مواد و روش: آزمایش موردنظر به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت فاکتوریل با دو فاکتور رقم گندم به عنوان کرت‌های اصلی و شوری آب آبیاری هر کدام از چاه‌ها به ترتیب در سه سطح (S3, S2, S1) به ترتیب معادل ۱/۴، ۴/۵ و $9/6 ds.m^{-1}$ به عنوان کرت‌های فرعی، در سه تکرار اجرا گردید. در طول مدت اجرای طرح، عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم گندم داده‌برداری شد و برای تشخیص زمان آبیاری بعدی از ۶۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک با برداشت نمونه خاک از ناحیه ریشه و تعیین رطوبت وزنی، استفاده گردید و سپس با توجه به داده‌های مربوط به عملکرد دانه و میزان آب داده شده، کارایی مصرف آب (WUE) محاسبه گردید.

یافته‌ها: فاکتورهای رقم و تنش شوری، بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک اثر معنی‌داری داشته و تنها افزایش تنش شوری بود که اثر افزایشی بر درصد پروتئین دانه دو رقم داشت. در گندم رقم روشن، عملکرد دانه ۲۶ درصد و درصد پروتئین دانه ۵ درصد بیش از گندم رقم قدس گردید. با افزایش تنش شوری در کلیه تیمارها، کاهش نسبی کارایی مصرف آب (WUE) برای رقم قدس، بیش از رقم روشن بود. همچنین در بررسی اثرات شوری بر عملکرد دو رقم گندم، شاخص تولید نهایی (MP_{ECW}) و قدرمطلق شاخص ارزش تولید نهایی (VMP_{ECW}) نیز نشان دادند که با افزایش شوری آب آبیاری، گندم رقم قدس در مقایسه با گندم رقم روشن، آسیب‌پذیرتر است. علاوه بر نتایج گفته شده مشاهده شد که در سطوح S2 و S1 (به ترتیب معادل ۱/۴، ۴/۵ دسی زیمنس بر متر)، درآمد خالص گندم رقم روشن ۱/۴ برابر و در سطح شوری S3 (معادل ۹/۶ دسی‌زیمنس بر متر)، درآمد خالص برای این رقم دو برابر گندم رقم قدس گردید.

*مسئول مکاتبه: ashahidi@birjand.ac.ir

نتیجه گیری: با توجه به عملکرد بیشتر و درصد پروتئین دانه ۲۶ و پنج درصدی در گندم رقم روشن نسبت به گندم رقم قدس، این رقم (از نظر کمی و کیفی)، برای کاشت در شرایط تنش شوری، در منطقه، مناسبتر به نظر می‌رسد. با افزایش تنش شوری مقدار کارآیی مصرف آب در گندم رقم روشن بیشتر شد. همچنین ارزیابی شاخص‌های اقتصادی، عملکرد و درآمد حاصله دو رقم گندم نشان داد که، رقم روشن در برابر شوری نسبت به رقم قدس مقاوم‌تر بوده و در سطوح شوری مختلف به میزان قابل توجهی درآمد خالص این رقم بیشتر است؛ لذا کشت گندم روشن با آب نامناسب منطقه مقرون به صرفه‌تر خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی اقتصادی، پروتئین دانه، تنش شوری، خراسان جنوبی، کارآیی مصرف آب

مقدمه

استفاده بهینه از منابع آب سرلوحه فعالیت‌های کشورهای واقع در کمربند خشک کره زمین قرار گرفته است (۹). روند برداشت بی‌رویه آب‌های زیر زمینی از طریق چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق و پیشروی آب شور در سفره آب شیرین، باعث شده تا آب شور از گستردگی بیشتری برخوردار گردد و هر روز حجم آن افزایش یابد؛ لذا دورنمای آب و آبیاری براساس شناخت وضعیت موجود، بیانگر گرایش به سمت استفاده از آب‌های نامتعارف (آب شور زهکش‌ها، فاضلاب‌های صنعتی و کشاورزی، آب‌های شور زیرزمینی و آب دریا) می‌باشد. از آنجا که این قبیل آب‌ها بر ویژگی‌های فیزیکی خاک، عملکرد محصول و محیط زیست اثرات نامطلوبی به‌جای می‌گذارند، تمهیدات لازم جهت کاهش اثرات خسارت‌بار آن اجتناب‌ناپذیر است، ضمن این‌که در این رابطه نباید تنها به حداکثر عملکرد اندیشید، بلکه بایستی به عملکردهای اقتصادی بهای بیشتری داده شود (۶). تجارب نشان می‌دهد که کمبود آب در طبیعت، خصوصاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک، همواره با کاهش کیفیت آب همراه است. لذا لازم است در این‌گونه مناطق با تمهیدات خاص، آب‌های شور زیرزمینی (یا آب‌های شور زهکش‌ها) را به‌همراه

آب‌های غیرشور، برای آبیاری محصولات، مورد استفاده قرار داد (۴).

در این بین تحمل گیاهان نسبت به شوری نه تنها بین گونه‌های مختلف کاملاً متغیر است، بلکه در هر گیاه و تحت شرایط محیطی نیز تغییر می‌کند. بسیاری از عوامل مربوط به گیاه، خاک، آب و اتمسفر با یکدیگر تلفیق شده و بر مقاومت یک گیاه نسبت به شوری اثر می‌گذارند، بنابراین واکنش یک گیاه را نسبت به غلظت معینی از نمک نمی‌توان به‌طور مطلق پیش‌بینی نمود. با این وجود می‌توان گیاهان را به‌طور نسبی با یکدیگر مقایسه کرد. بنابراین عملکرد نسبی گیاه در خاک شور نسبت به عملکرد همان گیاه در خاک غیرشور، می‌تواند به‌عنوان راهنمای عملی در انتخاب نوع گیاه جهت کشت و پیش‌بینی اثرات تنش شوری مورد استفاده قرار گیرد (۲).

واکنش گندم (*Triticum monococcum*) در شرایط شوری آب آبیاری ($8/6 \text{ ds.m}^{-1}$) با وجود عدم زهکشی مورد بررسی قرار گرفته و نتایج نشان داده است که عملکرد گندم با افزایش عمق آب آبیاری در تیمار زهکشی شده افزایش یافته اما در تیمار بدون زهکشی با افزایش عمق آب آبیاری، کاهش یافته است (۲). گندم در مقایسه با بسیاری از سبزیجات و میوه‌ها از مقاومت نسبتاً خوبی در خاک‌های شور برخوردار

برای انجام این پژوهش قطعه زمینی، به مساحت ۱۰۰۰۰ مترمربع انتخاب گردید و با فواصل ۲۰×۲۰ (متر×متر) شبکه‌بندی شد.

مشخصات خاک محل آزمایش: به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از مراحل آماده‌سازی زمین، در اوایل آبان‌ماه و قبل از کاشت، نمونه‌های مرکبی از چهار نقطه محدوده کشت و از سه عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ و ۶۰-۹۰ سانتی‌متری خاک برداشت شده، به آزمایشگاه منتقل و توزیع اندازه ذرات با استفاده از روش هیدرومتری اندازه‌گیری گردید. تعیین هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج مدل کانسورت ۶۲۰، اندازه‌گیری pH در گل اشباع توسط pH متر مدل مترو- اچ ام ۶۲۰ و پتاسیم و فسفر قابل جذب به‌ترتیب توسط دستگاه‌های فلیم فتومتر و اسپکتروفومتر (روش اولسن) و همچنین درصد کربن آلی از طریق تعیین نیتروژن کل به روش کج‌دال اندازه‌گیری گردید. برای تعیین جرم مخصوص ظاهری هر لایه خاک نیز نمونه‌های دست نخورده توسط استوانه‌های نمونه‌برداری تهیه و جرم مخصوص ظاهری هر نمونه تعیین گردید، مقادیر به‌دست آمده در جدول (۱) ارائه شده است.

است (۳). شوری پارامترهای مختلف مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گندم را تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش عملکرد آن می‌شود علاوه بر آن نتایج نشان داد که پاسخ ارقام مختلف گندم به سطوح شوری متفاوت می‌باشد به‌طوری‌که گندم کویر و روشن مقاومت بیشتری به شوری نشان داده‌اند (۱۱).

دشت بیرجند دارای اقلیم خشک با بارندگی سالانه کمتر از ۱۲۰ میلی‌متر بوده و برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی در این دشت سبب بروز پدیده اینتروژن (پیشروی آب شور در سفره‌های آب شیرین) شده و هر ساله بر حجم آب‌های شور این دشت افزوده می‌گردد. لذا در این تحقیق، با توجه به کمبود آب با کیفیت مناسب در دشت بیرجند و لزوم استفاده بهتر از آب موجود، به بررسی تأثیر شوری بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم گندم در این منطقه پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند که در فاصله پنج کیلومتری غرب شهر بیرجند با عرض جغرافیایی ۳۲°۵۳' شمالی و طول جغرافیایی ۵۵°۱۳' شرقی و با ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا واقع شده، اجراء گردید. در ابتدا

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قطعه مورد آزمایش.

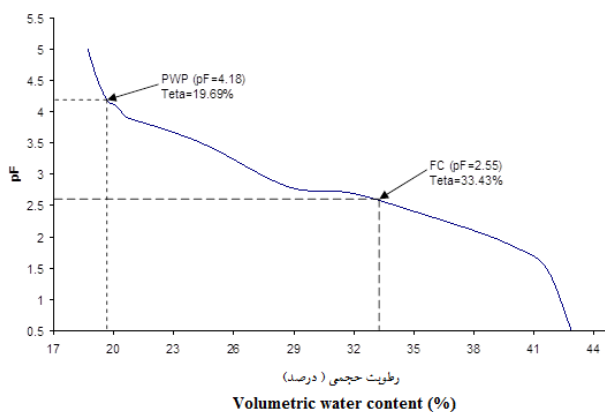
Table 1. Soil physical and chemical characteristics of the plot.

عمق (سانتی‌متر) Depth (cm)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم) Available Potassium (mg.kg ⁻¹)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم) Available Phosphorus (mg.kg ⁻¹)	نیتروژن (درصد) Nitrogen (%)	اسیدیته (دسی‌زیمنس بر متر) pH	هدایت الکتریکی EC (ds.m ⁻¹)	جرم مخصوص ظاهری (گرم در سانتی‌متر مکعب) Bulk Density (g.cm ⁻³)	بافت خاک Soil texture	فراوانی نسبی و اندازه ذرات خاک (درصد) Relative abundance and size of the soil particles (%)		
								شن Sand	سیلت Silt	رس Clay
0-30	261.00	9.20	0.53	7.61	2.10	1.50	C-L	29.70	34.60	35.70
30-60	278.00	11.50	0.42	7.72	2.70	1.45	Si-C-L	10.10	52.60	37.30
60-90	195.00	10.30	-	7.78	2.90	1.39	Si-C-L	11.20	53.60	35.20

C-L = لوم رسی و Si-C-L = لوم رسی سیلتی

زهکشی آزمایشات لازم انجام گرفت. شکل (۱) منحنی مشخصه رطوبتی خاک مزرعه آزمایشی را نشان می‌دهد.

پس از آن به منظور تعیین منحنی خصوصیات رطوبتی و اطلاع از کیفیت و کمیت نگهداشت رطوبت در خاک، یک نمونه مرکب از چندین نقطه (هر نقطه با سه عمق متفاوت)، تهیه و در آزمایشگاه



شکل ۱- منحنی خصوصیات رطوبتی خاک قطعه آزمایشی به همراه نقاط پتانسیل FC و PWP.

Figure 1. Experimental plot soil moisture characteristics curve with the potential of FC, PWP.

متر) امکان تأمین آب با شوری‌های متفاوت و به صورت طبیعی را در مزرعه به وجود آورد، لذا این مزرعه به عنوان محل اجرای پژوهش انتخاب گردید و به منظور تعیین کیفیت آب آبیاری، نمونه آب از هر یک از سه چاه محل اجرای طرح گرفته شد؛ که نتایج تجزیه آن‌ها در جدول (۲) ارائه گردیده است:

خصوصیات آب آبیاری: از آنجا که هدف این پژوهش بررسی اثرات شوری بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم گندم بود، لذا دارا بودن منابع آب با شوری‌های مختلف در منطقه از ملزومات طرح بوده و وجود سه حلقه چاه در مزرعه آزمایشی موردنظر (با هدایت الکتریکی ۱/۴ تا ۹/۶ ds/m دسی‌زیمنس بر

جدول ۲- تجزیه شیمیایی آب چاه‌های مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند.

Table 2. Chemical analysis of wells water in the agricultural faculty of the University of Birjand.

شماره چاه Number of wells	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (ds/m)	pH	SAR	کاتیون‌ها (میلی‌گرم در لیتر) Cation (mg. lit)				آنیون‌ها (میلی‌گرم در لیتر) Anions (mg. lit)			
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	HSO ₃ ⁻	SO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻
1	1.4	8.0	7.4	2.2	1.7	10.2	0.05	7.2	3.1	0.0	4.1
2	4.5	7.8	8.6	14.0	4.8	26.5	0.3	21.2	8.3	0.0	16.5
3	9.6	7.7	9.7	27.6	12.8	43.8	0.8	53.5	10.6	0.0	20.8

یکنواخت در زمین اجرا گردید. سپس اثر تیمارهای مختلف کیفیت (شوری) آب آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم گندم به صورت زیر مورد بررسی قرار گرفت. در طول مدت اجرای طرح، عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم گندم داده برداری

پس از بررسی خصوصیات آب و خاک موجود در منطقه، در مرحله بعد و در نیمه دوم آبان‌ماه اقدام به آماده‌سازی زمین (شخم، دیسک و روتواتور) و کوددهی به صورت متعارف و با توجه به کمبودهای خاک نموده به طوری که کلیه عملیات به صورت

سپس مقدار آب مصرفی توسط گیاه، با اندازه‌گیری اجزای بیلان آب بر اساس رابطه زیر محاسبه گردید (۱۲):

$$I+P=(ET+Dd+Ro)\pm S \quad (1)$$

که در آن: I و P به ترتیب عمق آب آبیاری و بارندگی (میلی‌متر)، ET و Dd و Ro به ترتیب تبخیر-تعرق گیاه، عمق آب زهکشی و عمق رواناب (میلی‌متر) و S تغییرات ذخیره رطوبت خاک (میلی‌متر) می‌باشند. عمق آبیاری با کنتور دقیق حجمی اندازه‌گیری شد و بارندگی نیز بر اساس داده‌های باران سنجی به دست آمد و چون انتهای کرت‌ها بسته‌اند، بنابراین رواناب سطحی نداریم. مقدار آب زهکشی شده با این فرض که مقدار رطوبت بیشتر از ظرفیت زراعی زهکشی می‌شود، با اندازه‌گیری رطوبت تا عمق یک متری خاک به دست آمد. به دلیل عمیق بودن سطح سفره آب زیرزمینی از سهم آب زیرزمینی صرف‌نظر شد. تغییرات رطوبت خاک از تفاوت رطوبت در ابتدا و انتهای فصل در پروفیل خاک محاسبه شد.

عملیات برداشت و اندازه‌گیری‌های مربوط به عملکرد و اجزاء آن: در پایان فصل بعد از رسیدگی فیزیولوژیکی، با رعایت حاشیه، سطحی معادل ۰/۱۲ مترمربع از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب و بوته‌های آن شمارش گردید. پس از جداسازی کاه و کلش، دانه‌ها وزن شده و برای تعیین وزن هزار دانه در هر تیمار به وسیله دستگاه وزن شمار، ۴ نمونه هزارتایی بذر تفکیک و سپس توزین گردید. درصد پروتئین دانه نیز به روش میکروکج‌لدال اندازه‌گیری شد.

تعیین کارایی مصرف آب: کارایی مصرف آب نیز با استفاده از رابطه (۲) تعیین گردید:

$$WUE=D/W \quad (2)$$

شد و برای تشخیص زمان آبیاری بعدی از ۶۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک با برداشت نمونه خاک از ناحیه ریشه و تعیین رطوبت وزنی، استفاده گردید و سپس با توجه به داده‌های مربوط به عملکرد دانه و میزان آب داده شده، کارایی مصرف آب (WUE) محاسبه گردید.

قالب طرح آزمایشی: آزمایش موردنظر به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت فاکتوریل با دو فاکتور رقم گندم در کرت‌های اصلی و شوری آب آبیاری هر کدام از چاه‌ها به ترتیب در سه سطح (۱/۴، ۴/۵ و ۹/۶ دسی‌زیمنس بر متر) به عنوان کرت‌های فرعی، در سه تکرار اجرا گردید.

ویژگی‌های خاک محل آزمایش: بررسی خاک مزرعه نشان داد که این خاک در عمق ۰-۳۰ دارای بافت لوم رسی و در اعماق ۳۰-۶۰ و ۶۰-۹۰ سانتی‌متری دارای بافت لوم رسی سیلتی است. از نظر شوری، هدایت الکتریکی خاک لایه سطحی، میانی و عمقی به ترتیب ۲/۱، ۲/۷ و ۲/۹ دسی‌زیمنس بر متر بود. با توجه به این‌که گندم گیاهی نسبتاً مقاوم به شوری با آستانه شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد (۱)، لذا محدودیتی برای رشد گندم ایجاد نمی‌کند.

روش کاشت به صورت دستی انجام شد و به منظور حصول یکنواختی در اعمال شوری‌ها، از روش آبیاری کرتی استفاده گردید. در این آزمایش ابعاد کرت‌ها ۳×۴ (متر×متر) و فاصله کرت‌های فرعی ۵۰ سانتی‌متر و فاصله کرت‌های اصلی حداقل ۴/۵ متر در نظر گرفته شد. سپس در هر کرت ده ردیف کاشت با فاصله ۲۰ سانتی‌متر و طول ۳ متر طوری کاشته شد که تراکم ۴۰۰ بوته گندم در مترمربع حاصل گردد.

که Py قیمت واحد وزن محصول است. توسط این شاخص‌ها می‌توان اثر خسارات شوری را بر عملکرد گندم مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار داد که این آنالیز توسط نرم‌افزار SAS9.2 در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شده است.

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل عملکرد، اجزاء عملکرد و درصد پروتئین دانه دو رقم گندم: نتایج حاصل از تجزیه واریانس عملکرد، اجزاء عملکرد (وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت) و درصد پروتئین دانه دو رقم گندم در جدول (۳) ارائه شده است.

که در آن WUE کارایی مصرف آب، D جرم ماده خشک تولید شده و W جرم آب مصرف شده توسط گیاه می‌باشد (۱).

ارزیابی عملکرد دو رقم گندم: در انتها جهت بررسی اثرات شوری بر عملکرد دو رقم گندم از شاخص‌های روابط (۳) و (۴) استفاده گردید (۶):

شاخص تولید نهایی نسبت به شوری آب آبیاری (MP_{ECW}) :

$$MP_{ECW} = dy/d_{ECW} \quad (۳)$$

ارزش تولید نهایی نسبت به شوری آب آبیاری (VMP_{ECW}) :

$$VMP_{ECW} = Py \cdot MP_{ECW} \quad (۴)$$

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد، اجزاء عملکرد و درصد پروتئین دانه دو رقم گندم.

Table 3. Results of analysis of variance for yield, yield components and grain protein content two variety of wheat.

میانگین مربعات						
Mean squares						
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت	پروتئین دانه
S.O.V.	df	Thousand seed weight	Biological yield	Grain yield	Harvest Index	Seed Protein
بلوک	2	18.35 ^{ns}	0.58 ^{ns}	0.09 ^{ns}	3.54 ^{ns}	0.98 ^{ns}
V	1	491.52 ^{**}	43.11 ^{ns}	10.30 ^{**}	204.7 ^{**}	14.35 ^{**}
خطای اصلی	4	42.12 ^{ns}	0.55 ^{ns}	0.08 ^{ns}	2.35 ^{ns}	0.83 ^{ns}
Error						
S	2	95.16 [*]	29.40 [*]	0.19 ^{ns}	15.85 [*]	11.54 ^{**}
S×V	2	7.62 ^{ns}	3.35 ^{ns}	0.28 ^{**}	23.31 ^{**}	2.28 ^{ns}
خطای فرعی	6	7.31 ^{ns}	0.37 ^{ns}	0.04 ^{ns}	2.91 ^{ns}	0.58 ^{ns}
Error						

S= شوری آب آبیاری، V= رقم، * و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد و ns= بدون اثر معنی‌دار.

S= Salinity of irrigation water, V= Variety, * and ** Significant at 0.01 and 0.05 probability level, respectively, ns= not significant.

رقم، بیشترین اثر معنی‌دار را بر عملکرد و اجزاء عملکرد داشته است. این مطلب نشان می‌دهد که انتخاب رقم مناسب گندم می‌تواند تا حدی اثرات ناشی از شوری را جبران کند. لذا می‌توان با انتخاب ارقام گندم مقاوم به شوری در منطقه از شرایط طبیعی محیط که همان شوری است برای تولید گندم استفاده

نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد که شوری آب آبیاری (S) بر پروتئین دانه و بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت اثر معنی‌داری داشت. همچنین تأثیر رقم گندم بر عملکرد دانه، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود به عبارتی

مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گندم: مقایسه میانگین‌های عملکرد، اجزاء عملکرد (وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت) و درصد پروتئین دانه دو رقم گندم تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های عملکرد، اجزاء عملکرد و درصد پروتئین دانه دو رقم گندم تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی.

Table 4. Compares the average of yield and yield components and grain protein content tow varieties of wheat affected by experimental treatments

تیمارهای آزمایشی Experimental Treatment	عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain yield Ton.ha ⁻¹	وزن هزار دانه (گرم) Seeds thousand weight (g)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار) Biological Yield (ton.ha-1)	شاخص برداشت (درصد) Harvest Index H _i *100	پروتئین دانه (درصد) Seed Protein (%)	
سطوح شوری Salinity levels	S1	3.58 ^a	27.7 ^a	10.04 ^a	35.6 ^a	16.2 ^b
	S2	3.19 ^b	26.5 ^{ab}	9.22 ^a	34.4 ^a	16.8 ^b
رقم Variety	S3	2.66 ^c	21.8 ^b	7.82 ^b	31.1 ^b	17.6 ^a
	V1	2.76 ^b	22.7 ^b	8.24 ^b	32.7 ^b	16.5 ^b
V2	3.52 ^a	28.0 ^a	9.79 ^a	36.0 ^a	17.4 ^a	

تیمار S3 می‌باشد. ترتیب سطوح شوری در عملکرد بیولوژیک به صورت S1>S2>S3 می‌باشد و تیمارهای S2 و S3 نسبت به تیمار S1 به ترتیب در حد ۲۲ و ۸ درصد کاهش عملکرد بیولوژیک را نشان می‌دهند که در مقایسه عملکرد دانه، اثر شوری بر کاهش عملکرد دانه بیش از کاهش عملکرد بیولوژیک بوده است و یا به عبارت دیگر افزایش شوری، بیشتر سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود تا کاهش عملکرد کاه. نتایج تحقیق فرانکوئیس و همکاران (۱۹۸۶) نیز مؤید این نتیجه است (۴). در بررسی اثر رقم بر عملکرد بیولوژیک دو تیمار V1 و V2 در دو گروه متفاوت قرار گرفته‌اند به طوری که عملکرد بیولوژیک گندم روشن حدود ۱۵/۸ درصد بیش از عملکرد بیولوژیک گندم قدس می‌باشد و در مقایسه با عملکرد دانه می‌توان گفت که اثر رقم گندم بر عملکرد دانه بیش از عملکرد بیولوژیک بوده است. گزارش یزدانی (۱۹۹۱) نیز این نتیجه را تأیید می‌کند (۱۳). در رابطه با میانگین شاخص برداشت تحت تیمارهای سه‌گانه

بهینه نمود که تحقیقات کیانی و همکاران (۱۹۹۶) این مطلب را تأیید می‌کند (۶). همچنین نتایج جدول بیانگر این است که تأثیر متقابل شوری و رقم (S×V) بر عملکرد دانه و شاخص برداشت و بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد. اما اثر معنی‌داری بر وزن هزاردانه و درصد پروتئین دانه نداشت.

نتایج جدول (۴) بیانگر آنست که کاهش ۸۵ درصدی سطح شوری آب آبیاری از S3 (به میزان ۹/۶ ds/m) به S1 (به میزان ۱/۴ ds/m) تنها باعث افزایش عملکردی به میزان ۲۶ درصد در عملکرد دانه شد. همچنین در خصوص تأثیر رقم گندم بر عملکرد دانه، دو تیمار V1 و V2 در دو گروه متفاوت قرار گرفته‌اند. عملکرد گندم روشن حدود ۲۱ درصد بیش از عملکرد دانه گندم قدس بود که نتایج تحقیقات یزدانی (۱۹۹۱) با نتیجه پژوهش حاضر سازگار می‌باشند (۱۳). در بررسی اثر رقم گندم بر پارامتر وزن هزاردانه نیز دو تیمار V1 و V2 در دو گروه متفاوت قرار گرفته‌اند به طوری که وزن هزاردانه رقم روشن حدود ۱۹ درصد بیش از رقم قدس می‌باشد که در مقایسه با افزایش عملکرد دانه (۲۱ درصد)، افزایش وزن هزاردانه کمتر صورت گرفته است که این نتایج با نتایج تحقیقات زمانی (۲۰۰۴) در دشت بیرجند مطابقت دارد (۱۴). از نظر عملکرد بیولوژیک بیشترین مقدار مربوط به تیمار S1 و کمترین آن مربوط به

روشن، از لحاظ کشت در منطقه این رقم گندم بیشتر قابل توصیه می‌باشد. البته نتایج تحقیقات فیاض و همکاران (۲۰۰۷) نیز مؤید این مطلب است (۳). در مطالعه اثر رقم بر درصد پروتئین دانه، نتایج جدول نشان می‌دهد که اختلاف تیمارهای V1 و V2 معنی‌دار بوده و در دو گروه متفاوت قرار می‌گیرند به طوری که درصد پروتئین دانه گندم روشن به میزان پنج درصد بیش از درصد پروتئین دانه گندم قدس می‌باشد. بنابراین با در نظر گرفتن اثرات تیمارهای مختلف بر روی عملکرد، اجزاء عملکرد و درصد پروتئین دانه دو رقم گندم قدس و روشن، می‌توان دریافت که گندم رقم روشن هم از نظر کمی و هم از نظر کیفی (پروتئین دانه) نسبت به تنش شوری مقاوم‌تر از گندم قدس بوده و تولید بیشتری دارد که در این رابطه نتایج تحقیقات یزدانی (۱۹۹۱) نیز مؤید مطالب مذکور می‌باشند (۱۳).

کارایی مصرف آب (WUE): مقدار آب مصرفی گیاه بر اساس بیلان آب در پروفیل خاک، میزان عملکرد دانه و کارایی مصرف آب دو رقم قدس و روشن تحت تیمارهای مختلف در جدول (۵) نشان داده شده است.

شوری آب آبیاری تیمار S3 نسبت به تیمار S1 و S2 در گروهی متفاوت گزارش شده به طوری که تیمارهای S2 و S3 نسبت به تیمار S1 به ترتیب در حد ۱۲/۶ و ۳/۴ درصد کاهش این شاخص را نشان می‌دهند. سطوح معنی‌دار تیمارهای شوری برای شاخص برداشت در جدول مشابه پارامتر عملکرد بیولوژیک گزارش شده اما مشاهده می‌شود که درصدهای کاهش برای شاخص برداشت، کمتر از همین درصدها برای عملکرد بیولوژیک به دست آمده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اولاً پارامتر شاخص برداشت در شوری‌های بالا تأثیرپذیر می‌باشد، ثانیاً حساسیت پارامتر شاخص برداشت به تغییرات شوری کمتر از حساسیت عملکرد بیولوژیک است. این در حالی است که نتایج تحقیقات زمانی (۲۰۰۴) نیز مؤید این مطلب است (۱۴).

در بررسی اثر رقم بر پارامتر شاخص برداشت، نتایج جدول (۵) نشان می‌دهد که دو تیمار V1 و V2 در دو گروه متفاوت قرار گرفته‌اند. شاخص برداشت گندم روشن به میزان ۹/۴ درصد بیش از شاخص برداشت گندم قدس بوده که این تفاوت معنی‌دار می‌باشد؛ لذا نظر به این که شاخص برداشت از اهمیت زیادی در محاسبات اقتصادی برخوردار است و با توجه به بالاتر بودن شاخص برداشت برای گندم

جدول ۵- برآورد کارایی مصرف آب دو رقم گندم تحت تیمارهای شوری آب آبیاری.

Table 5. Estimated water use efficiency of two varieties of wheat by salinity levels of irrigation water.

تیمارها Treatments	عمق آب آبیاری Irrigation water (mm) depth	بارندگی Rainfall (mm)	عمق زهکشی Drain depth (mm)	تغییرات رطوبت خاک Soil moisture (mm) content	مصرف گیاه Vegetable consumption (mm)	عملکرد Yield (kg.ha ⁻¹)		کارایی مصرف آب water use efficiency (kg.ha ⁻¹ .mm ⁻¹)	
						گندم قدس	گندم روشن	گندم قدس	گندم روشن
						S ₁	282	149	0
408	149	0	30	587	3529		3795	6.01	6.46
534	149	5	25	703	3871		4537	5.50	6.45
660	149	30	6	785	4015		4543	5.11	5.79
S ₂	282	149	0	27	458	1382	2375	3.02	5.18
	408	149	0	25	582	3064	3594	5.26	6.17
	534	149	5	10	688	3371	4060	4.90	5.90
	660	149	30	2	781	3604	4099	4.61	5.25
S ₃	282	149	0	22	453	1125	2010	2.48	4.44
	408	149	0	18	575	2288	3131	3.98	5.55
	534	149	5	8	686	2598	3713	3.79	5.41
	660	149	30	5	774	2820	3693	3.64	4.77

در ادامه نیز در این جدول مشاهده می‌شود که کارآیی مصرف آب برای گندم روشن، بیش از گندم رقم قدس بوده و نشان‌دهنده این است که در شرایط محدودیت آب و شوری آب آبیاری، با اعمال مدیریت در آبیاری، گندم رقم روشن از اولویت بالاتری برای کشت در منطقه مورد مطالعه برخوردار است.

بررسی شاخص‌های ارزیابی عملکرد ارقام گندم: حدود تغییرات شاخص‌های تولید نهایی (MP_{ECw}) و نیز ارزش تولید نهایی (VMP_{ECw}) در خصوص بررسی اثرات شوری بر عملکرد دو رقم گندم قدس و روشن در جدول (۶) ارائه شده است.

نتایج جدول (۵) نشان می‌دهد که اولاً درصدهای کاهش محصول تحت شرایط شوری برای رقم قدس بیش از رقم روشن بوده و ثانیاً برای هر دو رقم، وجود تنش شوری در محیط به دلیل اثر هر سطح در کاهش انرژی آزاد آب، در جذب آن توسط گیاه اختلال زیادی ایجاد نموده که در نهایت عملکرد را بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد که این نتیجه با مطالعات محققین مختلف سازگاری دارد و از آن جمله می‌توان به مطالعات کیانی و همکاران (۲۰۰۱) اشاره نمود (۷).

جدول ۶- محاسبه شاخص‌های ارزیابی عملکرد دو رقم گندم.

Table 6. Calculation of indicators for assessing the performance of two wheat varieties.

متغیر Variable	دامنه تغییرات Variation range	شاخص Index MP (ton.cm ⁻¹)	گندم قدس Ghods wheat	گندم روشن Roshan wheat
ECw(dS/m)	Min=1.4	MP _{ECw}	-0.1379	-0.1272
	Max=1.6		-0.1395	-0.0583
میانگین شوری آب آبیاری The average salinity ECw=5.6 dS/m				
مقادیر شاخص‌های ارزیابی با استفاده از میانگین‌های آزمایشی شوری آب آبیاری. Average values of evaluation criteria, using irrigation water salinity.				
نوع شاخص Type Index			گندم قدس Ghods Wheat	گندم روشن Roshan Wheat
MP _{ECw} (ton.dS/m)			-0.1386	-0.0952
VMP _{ECw} (RLS)			-284.13	-195.16

شوری آب آبیاری در سطوح بالای شوری این رقم کاملاً آسیب‌پذیر بوده در صورتی که رقم روشن در سطوح بالای شوری با افزایش شوری، کمتر آسیب می‌بیند که نتایج تحقیقات افیونی (۲۰۰۲) نیز مؤید این مطلب می‌باشد (۱).

با فرض قیمت ۹۲۰۰ ریال برای هر کیلوگرم گندم (قیمت تضمینی خرید گندم در سال ۱۳۹۴) می‌توان مقادیر ارزش تولید نهایی شوری آب آبیاری (VMP_{ECw}) که از حاصلضرب قیمت هر کیلوگرم

مقادیر منفی در نتایج جدول (۶) بیانگر آنست که اولاً افزایش شوری همواره سبب کاهش محصول می‌گردد، ثانیاً افزایش یک واحد شوری در سطوح پایین شوری نسبت به سطوح بالای شوری تأثیر بیشتری بر کاهش عملکرد گندم روشن دارد که یزدانی (۱۹۹۱) نیز به نتیجه تقریباً مشابه دست یافته است (۱۳).

در مورد گندم رقم قدس نیز در مقایسه با گندم روشن، همچنین نتایج نشان می‌دهد که با افزایش

نتیجه گیری کلی

با توجه به عملکرد بیشتر و درصد پروتئین دانه ۲۶ و ۵ درصدی رقم روشن نسبت به رقم قدس، این رقم هم از نظر کمی و هم از نظر کیفی، برای کاشت در شرایط تنش شوری، در منطقه، مناسب تر به نظر می رسد. افزایش شوری، کاهش نسبی کارایی مصرف آب را برای هر دو رقم به دنبال داشت؛ اما از آنجا که در کلیه تیمارها، کاهش آن برای رقم قدس، بیشتر بود، لذا در شرایط محدودیت کیفی آب، رقم روشن، از اولویت بالاتری برای کشت در منطقه مورد مطالعه برخوردار است. در ارزیابی شاخص های عملکرد و درآمد حاصله دو رقم گندم، رقم روشن در برابر شوری مقاوم تر بوده و در سطوح شوری مختلف به میزان قابل توجهی درآمد خالص این رقم بیش از رقم قدس است. لذا در صورتی که آب موجود در این دشت دارای کیفیت نامناسبی باشد، کاشت گندم روشن بسیار مقرون به صرفه تر خواهد بود.

گندم در ارزش تولید نهایی به دست می آید، را محاسبه نمود. لذا مقدار آن برای رقم روشن ۸۷۵/۸۴- ریال می باشد یعنی به ازاء افزایش هر یک واحد شوری (دسی زیمنس بر متر)، مبلغ ۸۷۵/۸۴ ریال از درآمد به دلیل افت محصول در اثر شوری آب آبیاری، کاسته خواهد شد و برای گندم قدس ۱۲۷۵/۱۲- ریال می باشد. به طوری که ملاحظه می گردد قدر مطلق این مقدار نیز برای گندم قدس بزرگتر از مقدار متناظر آن در رقم روشن می باشد که این مطلب نیز حساسیت بیشتر گندم رقم قدس به شوری را نشان می دهد. لذا مقدار تولید و درآمد، در هر دو رقم گندم از یک سو به طور قابل توجهی تحت تأثیر ویژگی های کیفی آب آبیاری قرار داشته و از سوی دیگر در منطقه مورد مطالعه مصرف آب های شور و لب شور زیرزمینی که از نظر معیارهای کیفی جزو آب های غیر قابل مصرف محسوب می شوند، تأثیر مثبت و تعیین کننده ای در افزایش تولید گندم دارند در این رابطه نتایج تحقیقات کیانی و همکاران (۲۰۰۱) نیز مؤید این مطلب است (۷).

منابع

5. Francoins, L.E., Donovan, T.J., Mass, E.V., and Rubenthaler, G.L. 1988. Effect of salinity on grain yield and quality, vegetative growth and germination of semi-dwarf and durum wheat, *Agr. J.*, 80: 642-647.
6. Kiani, A., and et al. 1996. evaluation functions under salinity and drought reduced the wheat yield. *soil water J.*, 20(1): 73- 82.
7. Kiani, A., and Kouchakzadeh, D. 2001. The administrative and management practices in agricultural water use, the first national conference examining ways of dealing with the water crisis. Zabol University. (In Persian)
8. Khosla, B.K., and Gupa, R.K. 1997. Response of wheat use from probability and drainage. *Agric. Water Manag. J.*, 32: 285-291.
1. Afyuni, D. 2002. Using water with different salinity for irrigation of wheat cultivars and varieties to evaluate the reaction, the first national conference to examine ways to deal with the water crisis. Zabol University. (In Persian)
2. Alizadeh, A. 2004. Related to soil and water Plants. University of Imam Reza, the fourth edition. (In Persian)
3. Fayyaz, F. 2007. The heritability of some morphological traits in some genotypes of wheat under drought conditions, *J. Agric. Sci. Technol.*, 20(5): 46-35. (In Persian)
4. Francoins, L.E., Mass, E.V., Donovan, T.J., and Youngs, U.L. 1986. Effects of salinity on grain yield and quality, vegetative growth and germination of semi-dwarf and durum wheat, *Agr. J.*, 78: 1053-1058.

12. Prasad A. 2000. Optimal irrigation planning under water scarcity, *J. Irrig. Drain. Eng.*, 132: 3(228).
13. Yazdani, H. 1991. To determine the resistance of wheat cultivars to salinity. an annual research report, Department of Soil and Water. (In Persian)
14. Zamani, Gh.R. 2004. Study physiological aspects between wild oat and wheat under salt stress, Ph.D. thesis of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)
9. Mass, E.V., and Grieve, C.W. 1990. Spik and Leaf development in salt stressed wheat. *Crop Sci.*, 30: 1309- 1313.
10. Mohager Milani, P. 2000. Feed Wheat in Saline Conditions in Qom. *Balanced Nutrition Wheat Proceedings*. Pp: 444-429. (In Persian)
11. Noroozi, M. 1999. Brackish and saline water use for irrigation, the National Committee on Irrigation and Drainage, 26p. (In Persian)

