اثرات شوری و رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد، اجزاء عملکرد و درصد پروتئین دانه در دو رقم گندم

غلامرضا زمانی[۱]، حیدر علی کشکولی[۲]، علی شهیدی[۳] و سید غلامرضا قریشی[۴]

چکیده

شوری و کمبود آب از مشکلات عمدهٔ تولید محصولات زراعی در مناطق خشک بشمار می روند. این تحقیق به منظور بررسی اثرات توأم تغییرات شوری و عمق آب آبیاری بر عملکرد و اجزاء آن در ارقام گندم قدس و روشن، جهت مدیریت آبیاری در منطقه خراسان جنوبی، در سال زراعی ۸۵-۸۴ اجراء گردید. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کرت های خرد شده و در سه تکرار انجام شد که در آن سطوح مختلف شوری (به ترتیب ۱/۴، ۴/۵ و ۹/۶ دسی زیمنس بر متر)، بعنوان کرت‌های اصلی و دو رقم گندم قدس و روشن و چهار سطح عمق آب آبیاری (به ترتیب معادل۵۰ ، ۷۵ ، ۱۰۰ و ۱۲۵ در صد عمق آب مورد نیاز گیاه)، بعنوان کرتهای فرعی مدّ نظر قرار گرفتند. نتایج نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری در سطح ۱ درصد بر افزایش پروتئین دانه و در سطح ۵ درصد بر کاهش عملکرد دانه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تأثیر داشت، ولی تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و ارتفاع گیاه تحت تأثیر قرار نگرفت. کاهش عمق آب آبیاری نیز در سطح ۱ درصد بر کاهش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، افزایش درصد پروتئین دانه و در سطح ۵ درصد بر کاهش وزن هزار دانه و تعداد سنبله در متر مربع اثر معنی‌دار داشت، اما کاهش تعداد دانه در سنبله و ارتفاع گیاه تحت تأثیر قرار نگرفت. در این آزمایش اثر رقم در سطح ۱ درصد بر عملکرد دانه، وزن هزاردانه، ارتفاع گیاه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و درصد پروتئین دانه و در سطح ۵ درصد بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بود اما، اثر معنی داری بر تعداد سنبله در متر مربع نداشت. اثر متقابل شوری و کم آبیاری بر هیچ یک از صفات عملکرد و اجزاء آن اثر معنی‌داری نداشت که در اثر متقابل شوری و کم آبی (بر کاهش عملکرد) کمتر از مجموع اثرات هر یک از این تنش‌ها بود. افزایش هر یک از تنش‌های شوری و کم آبی، اثر افزایشی بر درصد پروتئین دانه در هر دو رقم گندم داشت. البته در این خصوص اثر کم آبی بیشتر از شوری بود. عدم تفاوت معنی‌دار عملکرد دانه و تعداد سنبله در متر مربع در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد عمق آبیاری مورد نیاز گیاه نشان داد که آبیاری مازاد بر نیاز آبی گیاه، تاثیر معنی‌داری بر این پارامترها نداشت، اما از آنجائیکه افزایش عمق آب آبیاری به میزان ۱۲۵ درصد، عملکرد بیولوژیک را بطور معنی داری افزایش داد، این نتیجه حاصل شد که مصرف بیشتر آب، رشد رویشی گیاه را بیشتر افزایش می‌دهد. نتایج این آزمایش نشان داد که، در رقم روشن، عملکرد دانه ۲۶ درصد و درصد پروتئین دانه ۵ درصد بیشتر از رقم قدس بود. بنابراین گندم رقم روشن نسبت به رقم قدس، هم از نظر کمی و هم از نظر کیفی، برای کاشت در شرایط تنش کم آبی و شوری، مناسب تر به نظر رسید.

واژه‌های کلیدی: گندم، پروتئین دانه، شوری، عملکرد، کم آبیاری

۱. استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
۲. استاد گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران، اهواز
۳. مربی گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
۴. مربی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

www.SID.ir
Archive of SID

مقدمه

نیاز روز افزون به فرآورده‌های کشاورزی از یک سو و محدود بودن منابع آب در بیشتر نقاط کشور (بویژه در مناطق خشک و نیمه خشک مانند خراسان جنوبی) از سوی دیگر، بهره‌وری بهینه منابع آب را مورد توجه کارشناسان قرار داده است. از طرفی، روند برداشت بی رویه آب‌های زیرزمینی و پیش‌روی آب شور در سفره آب شیرین، باعث شده تا آب شور از گستردگی بیشتری برخوردار گردد. از آن‌جایی‌که استفاده از آب‌های نامتعارف (شور) بر ویژگی‌های خاک، عملکرد محصول و محیط زیست اثرات نامطلوبی به‌جای می‌گذارد، تمهیدات لازم جهت کاهش اثرات خسارت‌بار آن اجتناب ناپذیر است ضمن این‌که در این رابطه نباید تنها به حداکثر عملکرد اندیشید بلکه بایستی عملکرد اقتصادی مورد توجه بیشتری قرار گیرد. (کیانی و کوچک زاده،۱۳۸۰).

در استان خراسان جنوبی که کمبود آب وکاهش کیفی منابع آب و خاک از عوامل اصلی کاهش تولید می‌باشند، کاربرد روش کم آبیاری و استفاده از آب‌های شور، از راه‌بردهای مدیریتی جهت تعدیل شرایط خشک‌سالی و بحران آب قلمداد شده و از اولویت خاصی برخوردار است.

سوآب[1] (۲۰۰۲) گزارش داد که افزایش سطح NaCl به بیش از ۶۰۰۰ ppm در آب آبیاری باعث کاهش ارتفاع گیاه، سطح برگ و رشد ریشه گیاه شده و در نهایت سبب کاهش محصول می‌گردد. حمدی[2] و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهشی که بر روی آبیاری تکمیلی گندم و جو با آب شور (EC= ۹ dS/m) در مراحل حساس گل‌دهی و تشکیل دانه انجام دادند اعلام نمودند که در صورت انجام آبیاری تکمیلی با آب شور، کاهش عملکرد ۲۱ درصدی برای جو و ۲۵ درصدی برای گندم خواهند داشت. افیونی(۱۳۸۰)، دریافت که در صورت استفاده از آب شور برای آبیاری، رقم روشن بیش‌ترین عملکرد دانه را بین ارقام مورد بررسی داشت. یزدانی(۱۳۷۰) در بررسی عملکرد دو رقم گندم روشن و قدس دریافت که در شوری(۲ dS/m) عملکرد رقم قدس و در شوری ۱۰ dS/m عملکرد رقم روشن بیشتر بود.

کلمن و کالسِت[3] (۱۹۹۳) با مطالعه اثر ۳ تیمار شوری کم، متوسط و زیاد، بر خصوصیات کیفی و نانوایی گندم، نشان دادند که با افزایش شوری، درصد پروتئین آرد، حجم نان و رسوب SDS در اثر شوری بهبود یافت، این در حالی است که فرانکوئیس[4] و همکاران (۱۹۸۶) گزارش کردند که ضمن اینکه با افزایش شوری درصد پروتئین دانه افزایش می‌یابد ولی کیفیت نانوایی آن ضعیف‌تر می‌شود.

در مناطقی که دچار کمبود آب هستند روش کم آبیاری یکی از راهبردهای مدیریتی برای افزایش محصول به شمار می‌رود که این راهبرد برای مناطق نیمه خشک ایران مانند کرمان نیز توصیه شده است (کشاورز و صادق زاده، ۱۳۷۹). گلشن(۱۳۷۹) گزارش داد که در منطقه مروست یزد قطع آب در مرحله دانه‌بندی تاثیری بر کاهش عملکرد دانه ارقام گندم روشن و قدس نداشت. اکبری‌مقدم و همکاران(۱۳۸۱) دریافتند که قطع آب در مرحله خوشه‌دهی به دلیل کاهش وزن هزاردانه، باعث بیش‌ترین میزان کاهش عملکرد دانه در مقایسه با سایر مراحل گردید. فروغی (۱۳۸۵) با اِعمال رژیم‌های مختلف آبیاری برای ذرت دانه‌ای اعلام کرد در شرایطی که آب عامل محدود کننده است، با اِعمال کم آبیاری به میزان ۳۷ درصد، سود حاصل از واحد سطح با سود حاصل از آبیاری کامل برابر می‌گردد. حقی‌آبی و همکاران (۱۳۸۶) در پژوهشی که بر روی دو گیاه گندم و سویا انجام دادند، اعلام نمودند که کاهش ۲۵ درصدی مصرف آب مصرفی (در اثر اِعمال کم آبیاری) سبب افزایش ۴۴ درصدی سطح زیر کشت و افزایش ۴۱ درصدی عملکرد گردیده است.

لی[5] و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه اثر رژیم‌های مختلف آبیاری برعملکرد گندم، توابع درجه دوم را بین عملکرد دانه و ET و هم‌چنین بین عملکرد دانه و بازده مصرف آب معرفی نمودند. سپاسخواه و اکبری (۲۰۰۵) توابع درجه دوم را که رابطه بین عملکرد و عمق آب کاربردی را نشان می‌دهند برای پنبه و گندم معرفی

1. Saoub
2. Hamdy
3. Kelman and Qualset
4. Francoise
5. Li

Archive of SID

www.SID.ir

نمودند. کالرا[1] و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی بر روی گندم، تابع درجه دومی ارائه نمودند که رابطه بین عملکرد و راندمان مصرف آب را بیان می‌کند. سپاسخواه و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهشی که در منطقه سروستان استان فارس بر روی سه گیاه گندم، چغندر قند و ذرت انجام دادند موفق به ارائه مدلی گردیدند که بتواند عملکرد گیاه را در شرایط شوری‌های مختلف آب آبیاری، درصدهای مختلف آبشویی و مقادیر مختلف آب کاربردی، برآورد نماید. نتایج نشان‌داد برای رسیدن به عملکرد بیشتر با استفاده از آب شور، باید مقدار آب بیشتری مصرف کرد. در پژوهشی دیگر، تابع تولید آب - شوری برای محصولات گندم و خردل محاسبه و سپس با استفاده از این تابع، منافع و زیان‌های ناشی از مصرف آب شور، مورد بررسی قرار گرفت (داتا و دایال[2]، ۲۰۰۰). هم‌چنین، کالون و اعظم[3] (۲۰۰۳) در پژوهش‌های خود بر روی پنبه و گندم، توصیه می‌کنند که در شرایط کم آبی می‌توان از آب شور زهکش‌ها استفاده نمود منوط بر اینکه از کودهای آلی جهت تعدیل شوری خاک و افزایش محصول، استفاده گردد. شانگ و مائو[4] (۲۰۰۶) نیز تابع درجه دوم را برای گندم زمستانه پیشنهاد کرده‌اند.

مسئله کمیت و کیفیت آب آبیاری در منطقه بیرجند همواره مشکلاتی را برای کشاورزان و حتی کارشناسان منطقه ایجاد کرده است لذا به منظور بررسی اثرات توام شوری و کم‌آبیاری بر عملکرد، اجزاء آن و درصد پروتئین دانه دو رقم گندم قدس و روشن در منطقه بیرجند آزمایش زیر طراحی و اجراء گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزیِ دانشگاه بیرجند، با عرض جغرافیایی ´۵۳ و °۳۲ شمالی و طول جغرافیایی ´۱۳و °۵۵ شرقی و با ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا (شهیدی و همکاران، ۱۳۷۹)، در سال زراعی ۸۵-۸۴ اجراء گردید با توجه به وجود ۳ حلقه چاه در این مزرعه با شوری‌های متفاوت (EC های متغیر از ۱/۴تا ۹/۶دسی‌زیمنس بر متر) امکان تامین آب با شوری‌های متفاوت به‌صورت طبیعی در مزرعه وجود داشت.

به منظور تعیین نیاز آبی گندم از اطلاعات اقلیمی و هواشناسی ایستگاه سینوپتیک بیرجند استفاده شد. تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع و نیاز آبی گیاه گندم با استفاده از روش فائو-پنمن-مانتیس و مدل کراپ‌وات[5] محاسبه گردید. در نیمه دوم آبان‌ماه ۸۴ اقدام به آماده سازی زمین (شخم، دیسک و لِولِر) نموده به‌طوری‌که کلیه عملیات به‌صورت یکنواخت در زمین اجراء گردید. بر اساس تجزیه خاک، مقدار ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره، ۱۵۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل و ۱۵۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم در هر هکتار به خاک اضافه شد به‌طوریکه کودهای فسفر و پتاسیم و حدود یک چهارم کود نیتروژن، قبل از کشت در سطح کرت‌های آزمایشی به‌طور یکنواخت توزیع و با خاک مخلوط شدند. بقیه کود نیتروژن در سه نوبت در مراحل پنجه‌دهی، ساقه رفتن و خوشه‌دهی به میزان مساوی در داخل کرت‌ها توزیع و با آب آبیاری به داخل خاک هدایت شد.

طرح آزمایشی مورد نظر، کرت‌های خرد شده[6] به‌صورت فاکتوریل بود که در آن سطوح مختلف شوری(S_1، S_2 و S_3 به‌ترتیب معادل ۱/۴، ۴/۵ و ۹/۶ دسی‌زیمنس بر متر)، به‌عنوان کرت‌های اصلی و دو رقم گندم (قدس V_1 و روشن V_2) و چهار سطح عمق آب آبیاری (I_1، I_2، I_3 و I_4 بترتیب معادل ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ در صد عمق آب مورد نیاز گیاه) به‌صورت فاکتوریل، بعنوان کرت‌های فرعی که در سه تکرار اجراء گردید.

روشِ کاشت به‌صورت دستی و در داخل کرت انجام شد و به منظور حصول یکنواختی در اِعمال شوری، از روش آبیاری کرتی استفاده گردید. که در این آزمایش ابعاد کرت‌ها ۴×۳ متر و فاصله کرت‌های فرعی ۵۰ سانتی‌متر و فاصله کرت‌های اصلی ۴/۵ متر در نظر

1. Kalra
2. Datta and Dayal
3. Kahlown and Azam
4. Shang and Mao
5. CROPWAT
6. Split plot

Archive of SID

www.SID.ir

گرفته شد. فاصله بین ردیف‌های کاشت ۲۰ سانتی‌متر بود که در هر کرت ۱۵ خط کاشت وجود داشت. تراکم کاشت نیز براساس توصیه زمانی و همکاران (۱۳۸۳) در شرایط شور در منطقه مورد نظر، به میزان ۴۰۰ بوته در متر مربع لحاظ گردید.

جهت تجهیز سامانه‌ی آبیاری به‌گونه‌ای که بتوان سطوح مختلف شوری آب آبیاری را در کرت‌های آزمایشی اِعمال کرد، ابتدا سه منبع فلزی هریک با حجم ۲۸۰۰۰ لیتر بر روی سکویی به ارتفاع ۱/۵ متر نصب گردید به‌طوری‌که بتوان آب با شوری مورد نظر را از نهر بالا دست مزرعه به داخل هر یک از منابع آب پمپ نمود. سپس از طریق خطوط لوله انتقال، آب به ابتدای قطعه زراعی مورد آزمایش انتقال داده و میزان آب مورد نیاز هر کرت از طریق کنتور حجمی به‌صورت دقیق اندازه‌گیری و به کرت وارد شد.

برای برنامه‌ریزی آبیاری و اِعمال رژیم‌های مختلف آب، بر اساس کمبود رطوبت خاک(SMD)[1] و با معیار قرار دادن تیمار بدون تنش آبی و اِعمال ضرایب هر تیمار، از رابطه‌ی زیر استفاده شد:

$$SMD = (W_{fc} - W_i).A_s.D.C \qquad (۱)$$

که در آن: SMD= کمبود رطوبت خاک(mm)، W_i, W_{fc}= به ترتیب درصد وزنی رطوبت در ظرفیت زراعی و درصد وزنی رطوبت موجود در خاک قبل از آبیاری، A_s = وزن مخصوص ظاهری خاک (g/cm^3)، D = عمق توسعه ریشه(mm) و C = ضرایب هر تیمار(٪) که برای تیمارهای عمق آب آبیاری I_1، I_2، I_3 و I_4 به‌ترتیب معادل ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ در صد لحاظ گردید.

در پایان فصل بعد از رسیدگی فیزیولوژیکی، ۰/۱۲ مترمربع از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب و بوته‌های آن برداشت و خوشه‌های گندم شمارش گردید. پس از جدا سازی کاه و کلش، دانه‌ها وزن شدند و با استفاده از فرمول‌های (۲) و (۳) اجزاء عملکرد محاسبه گردیدند. برای تعیین وزن هزار دانه در هر تیمار به کمک دستگاه بذر شمار ۴ نمونه هزار تایی بذر تفکیک و سپس توزین گردید.

(۲)

$$\text{تعداد دانه درسطح برداشت} = \frac{\text{وزن دانه های برداشتی}}{\text{وزن هر دانه}}$$

(۳)

$$\text{تعداد دانه درخوشه} = \frac{\text{تعداد دانه درسطح برداشت}}{\text{تعداد خوشه درسطح برداشت}}$$

درپایان فصل، سطحی معادل ۳/۶ مترمربع از ردیف‌های مرکزی به طور کامل برداشت و پس از اندازه‌گیری وزن کل دانه و کاه وکلش (عملکرد بیولوژیک)، دانه‌های گندم از کاه جدا و توزین شد و عملکرد دانه برحسب رطوبت ۱۲ درصد ثبت گردید.

برای تعیین شاخص برداشت از رابطه‌ی زیر استفاده شد:

(۴)

$$\text{شاخص برداشت} = \frac{\text{عملکرد دانه}}{\text{عملکرد بیولوژیک}} \times ۱۰۰$$

درصد پروتیین دانه به روش میکروکجلدال اندازه‌گیری شد. داده‌های حاصل از این آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین بوسیله آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل آماری عملکرد، اجزاء عملکرد و درصد پروتئین دانه ارقام گندم بر اساس تجزیه واریانس در تیمارهای مورد بررسی در جدول (۱) ارائه گردیده است. نتایج این جدول نشان می‌دهد که اثر شوری آب آبیاری(S) در سطح ۱ درصد بر پروتئین دانه و در سطح ۵ درصد بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت اثر معنی‌داری داشت. اما تاثیر آن بر تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و ارتفاع گیاه معنی‌دار نبود.

مطابق آن‌چه که در جدول (۱) ملاحظه می‌شود، عمق آب آبیاری (I) در سطح ۱ درصد بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و درصد پروتئین دانه، و در سطح ۵ درصد بر وزن هزار دانه و تعداد سنبله

1. Soil Moisture Deficit

Archive of SID

www.SID.ir

در مترمربع اثر معنی‌دار داشت. ولی تاثیر آن بر تعداد دانه در سنبله و ارتفاع گیاه معنی‌دار نبود.

نتایج نشان داد که، اثر تنش‌های شوری و کم آبیاری از نظر سطح معنی‌دار بودن، تنها روی درصد پروتئین دانه (در سطح ۱ درصد) و وزن هزاردانه (در سطح ۵ درصد) یکسان بوده است اما در خصوص سایر پارامترها همواره تنش آبی(بر کاهش عملکرد و اجزاء آن) بیشتر از تنش شوری تاثیر داشته است (جدول ۱) و این امر نشان‌دهنده آن است که به‌طور کلی گیاه گندم به کم آبی حساس‌تر است تا به شوری آب آبیاری.

تاثیر رقم گندم(V) در سطح ۱ درصد بر عملکرد دانه، وزن هزاردانه، ارتفاع گیاه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و درصد پروتئین دانه و در سطح ۵ درصد بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار شده است. اما اثر معنی داری بر تعداد سنبله در متر مربع نداشته است (جدول ۱).

جدول۱: نتایج تجزیه‌ی واریانس عملکرد، اجزاء عملکرد، ارتفاع، عملکرد بیولوژیک و درصد پروتئین دانه ارقام گندم

		میانگین مربعات							
منابع تغییرات	DF	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	ارتفاع گیاه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت $H_i \times 100$	درصد پروتئین دانه
تکرار	۲	۰/۰۹^{ns}	۱۸/۳۵^{ns}	۱۰۱۹۸/۵۴^{ns}	۵/۲۴^{ns}	۳۹/۷۰^{ns}	۰/۵۸^{ns}	۳/۵۴^{ns}	۰/۹۸^{ns}
S	۲	۰/۱۹*	۹۵/۱۶*	۳۷۶۱۲/۸۵^{ns}	۲۹/۱۵^{ns}	۱۳۵/۰۹^{ns}	۲۹/۴۰*	۱۵/۸۵*	۱۱/۵۴**
خطا	۴	۰/۰۸^{ns}	۴۲/۱۲^{ns}	۹۲۷۹/۵۱^{ns}	۳/۲۶^{ns}	۸۵/۳۴^{ns}	۰/۵۵^{ns}	۲/۳۵^{ns}	۰/۸۳^{ns}
I	۳	۱۴/۷۴**	۷۵/۳۲*	۵۷۲۴۰/۱۶*	۳۳/۴۳^{ns}	۴۹۴/۷۹^{ns}	۶۸/۰۴**	۵۸۵/۶۱**	۶۵/۹۹**
V	۱	۱۰/۳۰**	۴۹۱/۵۲**	۷۳۰۰/۳۵^{ns}	۷۶/۸۲*	۴۳۳۲/۲۵**	۴۳/۱۱**	۲۰۴/۷۷**	۱۴/۳۵**
S×I	۶	۰/۰۳^{ns}	۱۱/۸۹^{ns}	۸۳۹۹/۸۸^{ns}	۴/۳۳^{ns}	۱۵۶/۹۸^{ns}	۰/۳۹^{ns}	۱/۸۵^{ns}	۰/۶۷^{ns}
S×V	۲	۰/۲۸**	۷/۶۲^{ns}	۸۸۶۲/۸۵^{ns}	۳/۹۵^{ns}	۲۲/۱۱^{ns}	۳/۳۵*	۲۳/۳۱**	۲/۲۸^{ns}
I×V	۳	۰/۲۰**	۱۵/۲۶^{ns}	۱۲۰۳۰۹/۶۱**	۴۳/۶۶*	۵۳۲/۲۳^{ns}	۵/۵۱**	۱۵۸/۹۹**	۵/۵۸**
S×I×V	۶	۰/۰۱^{ns}	۵/۶۲^{ns}	۵۰۶۶/۵۵^{ns}	۱۶/۴۵^{ns}	۳۶/۴۱^{ns}	۰/۴۲^{ns}	۳/۳۴^{ns}	۱/۰۴^{ns}
خطا	۴۲	۰/۰۴^{ns}	۷/۳۱^{ns}	۱۰۰۱۷/۳۶^{ns}	۱۲/۱۵^{ns}	۹۰/۱۲^{ns}	۰/۳۷^{ns}	۲/۹۱^{ns}	۰/۵۸^{ns}

S: شوری آب آبیاری، I: عمق آب کاربردی، V: رقم *و **: بترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و ns: بدون اثر معنی‌دار

در این آزمایش، اثر متقابل شوری و کم آبیاری(S×I) بر هیچ یک از عوامل عملکرد و اجزاء آن تاثیر معنی‌داری نداشته است که در مقایسه با اثرات جداگانه تیمارهای شوری و کم آبی می‌توان نتیجه گرفت که اثر کم آبیاری بر کاهش عملکرد و اجزاء آن بیشتر از شوری آب آبیاری است و اثر متقابل شوری و کم آبیاری کم‌تر از مجموع اثرات هر یک از این تنش‌ها می‌باشد و این بدان معنی است که در مناطقی مانند بیرجند، می‌توان در کم آبیاری‌ها از آب‌های شور منطقه برای تولید گندم استفاده نمود.

تاثیر متقابل شوری و رقم گندم (S×V) در سطح ۱ درصد بر عملکرد دانه و شاخص برداشت و در سطح ۵ درصد بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد. اما اثر معنی‌داری بر وزن هزاردانه، تعداد سنبله بر مترمربع،

Archive of SID

www.SID.ir

تعداد دانه در سنبله، درصد پروتئین دانه و ارتفاع گیاه نداشت(جدول ۱).

اثر متقابل مقدار آب و رقم گندم (I×V) در سطح ۱ درصد بر عملکرد دانه، تعداد سنبله در مترمربع، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و درصد پروتئین دانه و در سطح ۵ درصد بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار شد اما اثر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه و وزن هزاردانه نداشت(جدول ۱).

اثر متقابل سه گانه‌ی تغییرات شوری، عمق آب آبیاری و رقم گندم (S×I×V) بر هیچ یک از عوامل عملکرد و اجزاء آن معنی‌دار نشد. این مطلب نیز امکان استفاده توام شوری و کم آبیاری برای گندم را در منطقه بیرجند تایید می‌کند.

مقایسه میانگین‌های سطوح شوری آب آبیاری

به‌طوریکه در جدول (۲) ملاحظه می‌شود، از نظر شوری آب آبیاری(S)، بالاترین عملکرد دانه مربوط به تیمار S_1 با میانگین ۳/۶ تن در هکتار و کم‌ترین آن مربوط به تیمار S_3 با میانگین ۲/۶ تن در هکتار می‌باشد. ترتیب سطوح شوری در عملکرد دانه به‌صورت $S_1>S_2>S_3$ می‌باشد. از نظر مرتبه سه سطح شوری در سه گروه مختلف قرار گرفته‌اند که نشان‌می‌دهد تفاوت آن‌ها معنی‌دار است، به‌طوری‌که تیمارهای S_2 و S_3 نسبت به تیمار S_1 بترتیب در حد ۲۷ و ۱۱ درصد کاهش تولید داشته‌اند.

جدول۲: مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزاء عملکرد دانه، ارتفاع، عملکرد بیولوژیک و درصد پروتئین دانه‌ی ارقام گندم

تیمارهای آزمایشی		عملکرد دانه(تن در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	شاخص برداشت H_i*100	درصد پروتئین دانه
سطوح شوری	S_1	۳/۶A	۲۷/۷a	۵۱۸/۷a	۲۴/۸a	۸۷/۵۸a	۱۰/۰a	۳۵/۶۲a	۱۶/۲۸b
	S_2	۳/۲B	۲۶/۵ab	۴۸۴/۴ab	۲۳/۳ab	۸۲/۰۲a	۹/۲a	۳۴/۴۲a	۱۶/۸۵b
	S_3	۲/۶c	۲۱/۸b	۴۱۴/۶b	۲۰/۷c	۷۷/۴۶a	۷/۸b	۳۱/۱۲b	۱۷/۶۶a
LSD		۰/۲۲۵۵	۵/۲	۷۷/۲	۱/۴	۲۰/۶۴	۱/۳	۳/۲۱	۰/۷۳
سطوح آبیاری	I_1	۱/۸c	۲۱/۶c	۳۴۳/۱c	۱۸/۰c	۷۴/۰۶b	۶/۸D	۲۶/۵۳d	۱۹/۳۰a
	I_2	۳/۲b	۲۵/۶b	۴۵۲/۸b	۲۶/۸bc	۸۱/۱۷a	۸/۱۸c	۳۴/۰۳c	۱۷/۵۰b
	I_3	۳/۷A	۲۵/۸b	۵۴۱/۷a	۲۹/۲ab	۸۷/۶۱a	۱۰B	۳۷/۱۶b	۱۶/۰۸c
	I_4	۳/۸A	۲۸/۳a	۵۵۲/۸a	۳۱/۴a	۸۶/۵۸a	۱۱/۲A	۳۹/۶۹a	۱۴/۸۴d
LSD		۰/۱۴۲۳	۱/۸	۶۷/۳	۲/۳	۶/۳۹	۰/۴۱۰۵	۱/۱۵	۰/۵۱
رقم	قدس (V_1)	۲/۸B	۲۲/۷b	۴۸۲/۶a	۲۳/۹a	۷۴/۶۰b	۸/۲b	۳۲/۶۶b	۱۶/۴۸b
	روشن (V_2)	۳/۵a	۲۸/۰a	۴۶۲/۵a	۲۱/۸b	۹۰/۱۱a	۹/۸A	۳۶/۰۴a	۱۷/۳۷a
LSD		۰/۱۰۰۶	۱/۳	۴۷/۶	۱/۷	۴/۵۲	۰/۲۹۰۳	۰/۸۱	۰/۳۶

Archive of SID

www.SID.ir

مطابق جدول ۲ از نظر پارامترهای وزن هزاردانه، تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله، سطوح S_1 و S_2 در یک گروه و سطوح S_2 و S_3 در یک گروه آماری، اما سطوح S_1 و S_3 در دو گروه متفاوت قرار گرفته‌اند. از نظر عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، سطوح S_2 وS_1 در یک گروه و متفاوت با سطح S_3 قرار گرفته‌اند که این امر نشان می‌دهد که شوری آب آبیاری فقط در سطح بالا می‌تواند بر این پارامترها موثر باشد.

از لحاظ درصد پروتئین دانه، تیمارهای S_1 و S_2در یک گروه و تیمار S_3 در گروه دیگری قرار گرفتند به‌طوری‌که بیش‌ترین درصد پروتئین دانه مربوط به تیمار S_3 با میانگین ۱۷/۶۶ درصد و کم‌ترین آن مربوط به تیمار S_1 با میانگین ۱۶/۲۸ درصد بود. این روند نشان می‌دهدکه با افزایش شوری آب آبیاری، خصوصاً در شوری‌های بالا، درصد پروتئین دانه به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. نتایج پژوهش‌های کِلمن و کالسِت (۱۹۹۳) نیز موید این مطلب می‌باشد. ارتفاع گیاه در سطوح مختلف شوری تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌های سطوح عمق آب کاربردی

مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه در جدول ۲ نشان می‌دهد که از نظر عمق آب کاربردی (I)، بالاترین عملکرد مربوط به تیمار I_4 با میانگین ۳/۸ تن در هکتار و کم‌ترین آن مربوط به تیمار I_1 با میانگین ۱/۸ تن در هکتار می‌باشد. ترتیب سطوح آبیاری از نظر تاثیر در عملکرد دانه به‌صورت $I_4 > I_3 > I_2 > I_1$ می‌باشد که از نظر مرتبه I_3، I_4 در یک گروه و سطوح I_1، I_2 در گروه‌های متفاوت قرار دارند که عدم تفاوت معنی‌دار تیمارهای I_3، I_4نشان دهنده‌ی این است که آبیاری مازاد بر نیاز (I_4 با سطح ۱۲۵٪ نیاز آبی گیاه) تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه ندارد که فروغی (۱۳۸۵) در تحقیقات خود در خصوص ذرت دانه‌ای به این نکته اشاره کرده است. روند تغییرات میانگین‌ها در خصوص تعداد سنبله در مترمربع مشابه عملکرد دانه بوده و نشان می‌دهد که آبیاری مازاد بر نیاز (I_4) تاثیر معنی‌داری بر پنجه‌زنی گیاه نیز ندارد (جدول ۲).

وزن هزاردانه‌ی سطوح I_2 و I_3 در یک گروه آماری و سطوحI_1 و I_4 در گروه‌های متفاوت قرار داشتند. به‌طوری‌که تیمارI_4 حداکثر و تیمار I_1 حداقل وزن هزاردانه را به خود اختصاص دادند. تعداد دانه در سنبله در سطوح I_1، I_2 در یک گروه آماری. و سطوح I_2، I_3 در یک گروه آماری و سطوح I_3، I_4 نیز در گروه دیگر جای گرفتند. بنابراین، سطوح I_1، I_4در گروه‌های متفاوت قرارداشتند و تیمار I_4 تعداد بیشتر دانه در سنبله را دارا بود (جدول ۲). از نظر ارتفاع گیاه، سطوح I_2، I_3 و I_4در یک گروه و سطح I_1 در گروهی متفاوت قراردارد. ترتیب سطوح آبیاری از نظر ارتفاع گیاه بصورت $I_3 > I_4 > I_2 > I_1$ بود (جدول ۲) که نشان می‌دهد ارتفاع گیاه در سطح آبیاری I_3 (تامین ۱۰۰٪ نیاز آبی گیاه) حداکثر بوده و با افزایش آب بیش از این مقدار، ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد.

عملکرد بیولوژیک گندم در چهار سطح آبیاری در چهار گروه مختلف قرار گرفت به‌طوری‌که بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک مربوط به سطح I_4 با میانگین ۱۱/۲ تن در هکتار و کم‌ترین آن مربوط به سطح I_1 با میانگین ۶/۸ تن در هکتار بود (جدول ۲). در مقایسه‌ی عملکرد بیولوژیک با عملکرد دانه می‌توان نتیجه گرفت که افزایش آب کاربردی (بیش از۱۰۰٪ عمق آب مورد نیازگیاه)، باعث افزایش بیشتر اندام‌های رویشی گیاه در مقایسه با اندام‌های زایشی می‌شود. روند تغییرات میانگین‌ها در خصوص شاخص برداشت نیز مشابه عملکرد بیولوژیک می‌باشد.

بر اساس اطلاعات جدول (۲) از لحاظ درصد پروتئین دانه نیز سطوح I_1 تا I_4 در چهار گروه متفاوت قرار داشتند. ترتیب سطوح آبیاری از نظر درصد پروتئین دانه به‌صورت $I_1 > I_2 > I_3 > I_4$ می‌باشد به‌طوری‌که بیش‌ترین درصد پروتئین دانه مربوط به تیمار I_1 با میانگین ۱۹/۳۰ درصد و کم‌ترین آن مربوط به تیمار I_4با میانگین ۱۴/۸۴ درصد می‌باشد. به عبارت دیگر با افزایش تنش کمبود آب، درصد پروتئین دانه افزایش می‌یابد. مقایسه درصد پروتئین دانه در تیمارهای شوری و تیمارهای کم آبی نشان می‌دهد که تاثیر تنش کمبود آب بر افزایش درصد پروتئین دانه بیشتر از تنش شوری می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه میانگین‌های ارقام گندم

نتایج این آزمایش (جدول ۲) نشان داد که از نظر عملکرد دانه دو تیمار V_1، V_2 در دو گروه متفاوت قرار گرفته‌اند به‌طوری‌که عملکرد گندم روشن (با میانگین ۳/۵ تن در هکتار) حدود ۲۵ درصد بیشتر از عملکرد دانه گندم رقم قدس (با میانگین ۲/۸ تن در هکتار) بود. روند تغییرات میانگین‌های سایر صفات شامل: وزن هزاردانه، ارتفاع گیاه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و پروتئین دانه نیز نشان داد که مقادیر آن در رقم روشن بیش‌تر از رقم قدس است. این مطلب نشان می‌دهد که گندم رقم روشن هم از نظر کمی و هم از نظر کیفی (پروتئین دانه) نسبت به هر دو تنش کم آبی و شوری مقاوم‌تر از گندم رقم قدس می‌باشد. افیونی(۱۳۸۰) نیز در بررسی عکس‌العمل ارقام گندم تحت تنش شوری، بیش‌ترین عملکرد دانه را مربوط به رقم روشن اعلام کرده است.

از نظر تعداد سنبله در متر مربع هر دو رقم گندم در یک گروه قرار گرفتند و تفاوت معنی‌داری نداشتند. تعداد دانه در سنبله در گندم رقم قدس نزدیک به ۱۱ درصد بیشتر از تعداد دانه در سنبله در گندم رقم روشن بود(جدول ۲). در این خصوص با مقایسه‌ی روند تغییرات وزن هزاردانه و تعداد سنبله در مترمربع، می‌توان گفت که در این آزمایش، دانه‌های گندم قدس، ریزتر از دانه‌های گندم روشن بوده است.

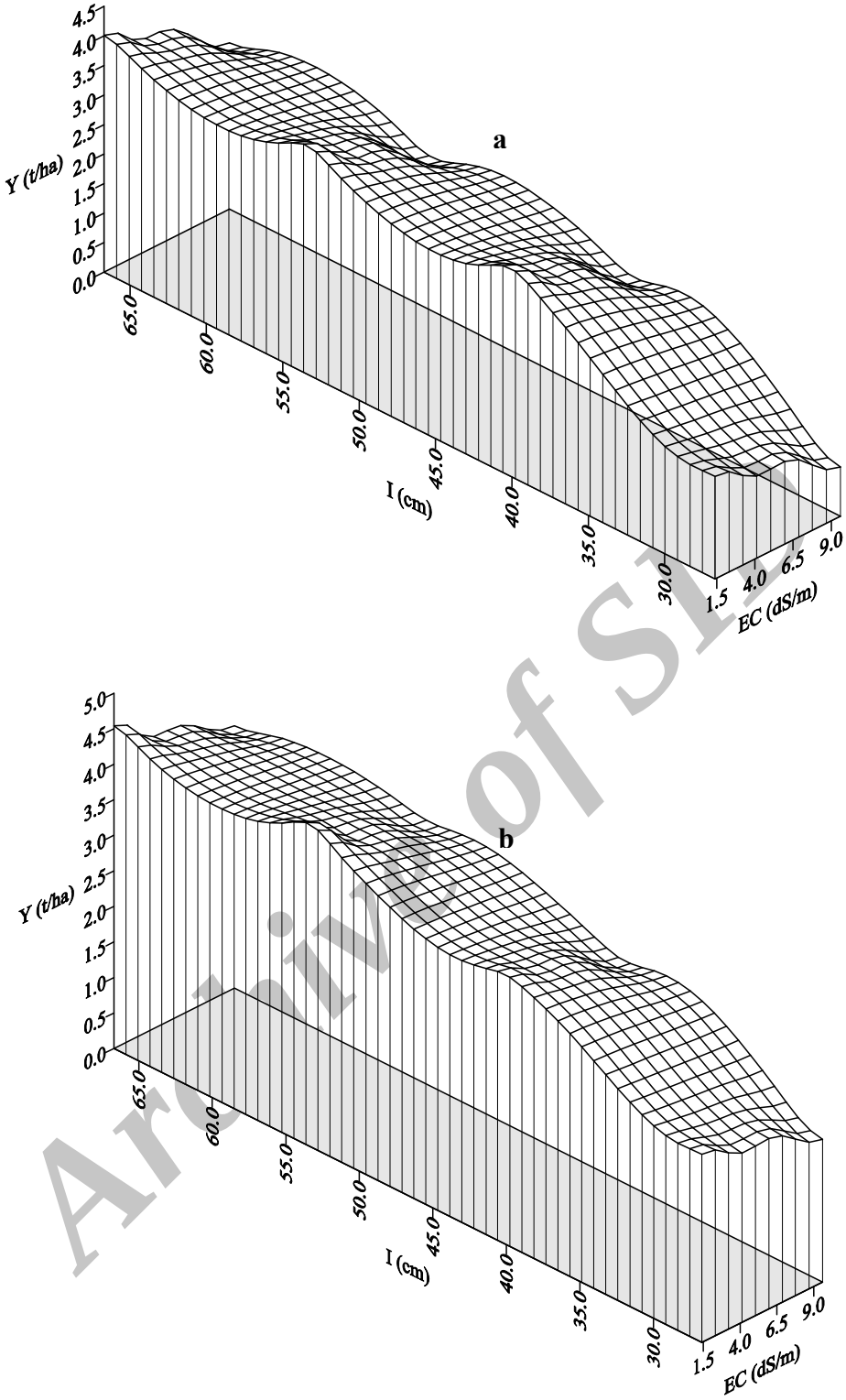
بررسی عملکرد دانه ارقام گندم قدس و روشن (شکل ۱) به‌صورت تابعی از شوری (۴/۵،۱/۴ و۹/۶ دسی‌زیمنس بر متر) و عمق آب آبیاری (۲۶/۷، ۴۰/۱، ۵۳/۴ و ۶۶/۷ سانتی‌متر با توجه به سطوح آبیاری حاصل شده است) نشان می‌دهد که افزایش آبیاری باعث افزایش عملکرد و افزایش شوری آب آبیاری، سبب کاهش عملکرد می‌گردد. البته باید توجه داشت که عملکرد (برای هر دو رقم گندم) در مقادیر کم آبیاری (عمق‌های آبیاری کم‌تر از ۴۱ سانتی‌متر)، با شیب بیش‌تری واکنش نشان می‌دهد و با افزایش میزان آبیاری، روند افزایش عملکرد بسیار کند شده و تغییرات آن بسیار ناچیز است. در نتیجه اگر در مناطقی که آبیاری انجام می‌گیرد بخشی از آب صرفه جویی شود، عملکرد تغییر قابل ملاحظه‌ای نمی‌نماید و اگر همین مقدار آب به مصرف گیاهی که در شرایط خشکی قرار دارد، برسد، افزایش عملکرد چشم‌گیر خواهدبود.

نتایج پژوهش‌های کالرا و همکاران (۲۰۰۷)، لی و همکاران (۲۰۰۵) و سپاسخواه و همکاران (۲۰۰۶) و شانگ و مائو (۲۰۰۶) نیز موید این مطلب است. هم‌چنین با توجه به اثر متقابل عمق و شوری آب آبیاری می‌توان گفت که با افزایش آبیاری تاثیر شوری روی عملکرد کاهش می‌یابد و از طرف دیگر با کاهش شوری اثر افزایش رطوبت ناشی از آبیاری بیش‌تر روی عملکرد افزایشی است (شکل ۱) که سپاسخواه و اکبری (۲۰۰۵) نیز در پژوهش‌های خود بر روی گندم و پنبه به نتایج مشابه دست یافته‌اند.

مقایسه منحنی‌های فوق نشان می‌دهد که شیب کاهش عملکرد هر دو محور (عمق و شوری آب آبیاری) برای گندم رقم قدس بیشتر از رقم روشن می‌باشد که بیان‌گر حساسیت بیشتر گندم رقم قدس به هر دوعامل کم آبیاری و شوری است. این مطلب با نتیجه پژوهش‌های یزدانی (۱۳۷۰) در سطوح شوری بالا و پژوهش افیونی (۱۳۷۰) مطابقت دارد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱: منحنی‌های عملکرد دانه ارقام گندم قدس(a) و روشن(b) به‌صورت تابعی از شوری (EC) و عمق آب آبیاری (I)

سپاسگزاری

لازم می‌دانیم از همکاری صمیمانه دست‌اندرکاران مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه بیرجند که انجام این پروژه را تحت حمایت مالی قرار دادند، تقدیر و تشکر نماییم.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

اکبری‌مقدم، ح.، اعتصام، غ.، کوهکن، ش.، رستمی، ح. و کیخا، غ. ۱۳۸۱. بررسی اثر تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد ارقام گندم. مجموعه مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، انجمن زراعت و اصلاح نباتات ایران.

افیونی، د. ۱۳۸۰. استفاده از آب دارای شوری‌های مختلف برای آبیاری چند رقم گندم و بررسی عکس‌العمل ارقام. مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب. دانشگاه زابل.

حقی‌آبی، ا. ح.، ملکی، ع. و متین فر، ح. ر. ۱۳۸۶. بررسی تاثیر مدیریت آبیاری (کم آبیاری) بر هیدرومدول آبیاری در منطقه خرم‌آباد. دومین همایش ملی کشاورزی و بوم شناختی ایران. صفحه ۸۵.

زمانی. غ.، رحیمیان، ح.، کافی، م. و باقری، ع. ۱۳۸۳. مطالعه جنبه‌های اکوفیزیولوژیکی رقابت یولاف وحشی با گندم تحت تنش شوری. رساله دکتری زراعت. دانشگاه فردوسی مشهد. دانشکده کشاورزی.

شهیدی، ع.، فروغی فر، ح. و نوفرستی، ع. م. ۱۳۷۹. بررسی امکانات افزایش راندمان کاربرد آبیاری شیاری با تعیین طول بهینه شیار در منطقه خشک. گزارش طرح پژوهشی، دانشگاه بیرجند.

فروغی، ف. ۱۳۸۵. کم آبیاری ذرت دانه‌ای بر اساس تابع تولید آب- عملکرد. اولین همایش مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. صفحه ۱۰۵.

کشاورز، ع. و صادق زاده، گ. ۱۳۷۹. کم آبیاری بهینه و تجزیه و تحلیل ریاضی و اقتصادی آن. مجله تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، جلد۵، شماره۱۷.

کیانی، ع. و کوچک زاده، م.۱۳۸۰. راهکار های اجرایی و مدیریتی کاربرد آب شور در کشاورزی. اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، دانشگاه زابل.

گلشن، م. ۱۳۷۹. بهینه سازی کم آبیاری بر اساس توابع تولید: هزینه و قیمت گندم در استان یزد. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته‌ی آبیاری و زهکشی، دانشگاه یزد.

یزدانی، ه. ۱۳۷۰. تعیین مقاومت ارقام گندم به شوری. گزارش پژوهشی سالیانه بخش تحقیقات خاک وآب اصفهان.

Datta, K. K., and Dayal, B. 2000. Irrigation with poor quality:an emperical study of input use economic loss and coping strategies. Ind. J. of Agr. Economics. 55, 26-37.

Francoise, L. G., Maas, E. V., Donovan, T. J. and Youngs, V. L. 1986. Effect of salinity on grain yield and quality vegetative growth and germination of semidwarf and durum wheat. Agron. J. 78:1053-1058.

Hamdy, A., Sardo, V. and Farrag Ghanem, K.A. 2005. Saline water in supplemental irrigation of wheat and barley under rainfed agriculture. Agricultural Water Management 78 :122–127.

Kahlown, M. A. and Azam, M. 2003, Effect of saline drainage effluent on soil health and crop yield, Agricultural Water Management 62, 127–138.

Kalra, N., Chakraborty, D., Ramesh Kumar, P., Jolly, M. and Sharma, P.K. 2007. An approach to bridging yield gaps, combining response to water and other resource inputs for wheat in northern India, using research trials and farmers' fields data, Agric. Water Manage. 2471, No of Pages 11.

Kelman, W. M. and Qualset, C. O. 1993. Responses of recombinant inbred lins of wheat to salin irrigation:milling and baking qualities. Crop Sci. 33, 1223-1228.

Li, J., Inanaga, S., Li, Z. and Eneji, E. 2005. Optimizing irrigation scheduling for winter wheat in the North China Plain. Agricultural Water Management. 76, 8–23.

Saoub, H. M. 2002. Response of six Medicago sative cultivars to NaCl concentrations in irrigation water. Pakistan Journal of Agronomy.1(4), 107-109.

Shang, S. and Mao, X. 2006. Application of a simulation based optimization model for winter wheat irrigation scheduling in North China. Agricultural Water Management. 85, 3 14 – 3 22.

Sepaskhah, A. R. and Akbari, D. 2005. Deficit Irrigation Planning under Variable Seasonal Rainfall. Published by Elsevier Ltd., Biosystems Engineering. 92 (1), 97–106.

Archive of SID

www.SID.ir

Sepaskhah A. R., Bazrafshan-Jahromi, A. R. and Shirmohammadi-Aliakbarkhani, Z. 2006. Published by Elsevier Ltd. Biosystems Engineering. 93 (2), 139–152.

Archive of SID

www.SID.ir

Effects of Salinity and Irrigation Regimes on Yield, Yield Components and Seed Protein in Two Wheat Cultivars

Zamani[1], G. R. Kashkuli[2], H. A. Shahidi[3], A. and Ghorayshi[4]. S. G. R.

Abstract

In the dry regions like "Southern Khorasan Province", irrigation has a great role for productivity, but, since in the use water of irrigation in these regions mainly has the solution salts, therefore, the effect of salinity on the growth of plant must be analyzed simultaneously. In order to study the effects of salinity and irrigation regimes on yield, yield components and seed protein in wheat cultivars, an experiment was conducted in 2005-2006 with three replication. The experimental design was factorial complete block split plot in which salinity with three levels (1.4, 4.5 and 9.6 dS/m of irrigation water) were used as the main plot and four irrigation regimes (50, 75, 100 and 125 percent of depth of water requirement) and wheat cultivar ((Ghods & Roshan) as factorial were as sub plot. Result showed, seed yield, 1000 seed weight, biological yield, harvest index and percentage of protein were significantly affected by salinity. But, number of spike per square meter, number of seed per spike and height of plant were not affected by salinity. Also, seed yield, biological yield, harvest index percentage of protein, 1000 seed weight and number of spike per square meter were significantly affected by deficit irrigation, but, height of plant and number of seed per spike were not significantly affected. In this experiment we found that seed yield, 1000 seed weight, height of plant, biological yield, harvest index, number of seed per spike and percentage of protein were significantly affected by cultivars, but, number of spike per square meter were not significantly affected. The interaction of salinity and deficit irrigation (S*I) had not any significant effect on each of factors of yield and component yield, so we can conclude that aggregative effect of salinity and deficit irrigation (on the decreasing of yield) is less than summation of effects of each on of them. Increasing salinity or/and deficit irrigation had an increasingly effect on percentage of protein of grain in both cultivars of wheat, although, the effect of deficit irrigation was more than salinity effect. There was no significant difference of grain yield and number of spike/m^2 in the treatments of 100% and 125% of depth of water requirement, we can say that additional irrigation more than plant requirement, (I_4, 125% of depth of water requirement of plant) had not significant effect on these parameters, whereas, averages of biological yield was higher in I_4, we can conclude that, increasing the applicable water (more than 100% of depth of water requirement of plant), cause increasing in vegetation growth rather than increasing of grain yield. Yield and percent of grain protein of Roshn wheat, were respectively 26% and 5% more than Ghods wheat, so that, Roshan wheat was quantitatively and qualitatively proportional to both deficit irrigation and salinity stress, more resistance than Ghods wheat, and Roshan wheat had a greater productivity.

Keywords: Deficit irrigation, Grain protein, Salinity, Southern Khorasan, Wheat, Yield

1. Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Birjand University
2. Professor, Department of Irrigation and Drainage, Shahid Chamran University.
3. Educator, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Birjand University
4. Educator, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Birjand University

Archive of SID

www.SID.ir