

تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و شوری بر عملکرد گندم در منطقه گرگان

علی رضا کیانی^۱، مجید میرلطیفی^۲، مهدی همایی^۲ و علی محمد چراغی^۳

^۱ دانشجوی دوره دکتری دانشگاه تربیت مدرس، ^۲ گروه زراعت دانشگاه تربیت مدرس، ^۳ مرکز ملی تحقیقات شوری ایران

تاریخ دریافت: ۸۱/۱۲/۶؛ تاریخ پذیرش: ۸۲/۱۰/۲۳

چکیده

در این تحقیق اثر کمیت و کیفیت‌های مختلف آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در منطقه شمال شرقی آق‌قلا از توابع شهرستان گرگان مورد بررسی قرار گرفت. چهار سطح مقدار آب شامل $(W_1) 50$ ، $(W_2) 75$ ، $(W_3) 100$ و $(W_4) 125$ درصد نیاز گیاه به همراه چهار سطح شوری شامل $(S_1) 1/6$ ، $(S_2) 7/9$ ، $(S_3) 10/8$ و $(S_4) 13/6$ دسی‌زیمنس بر متر با سه تکرار در یک آزمایش کرت‌های خردشده به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با عامل اصلی رژیم‌های آبیاری و عامل فرعی شوری در شرایط مزرعه‌ای به اجرا درآمده است. نتایج نشان می‌دهد که عملکرد گندم تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری (احتمال کمتر از ۵ درصد) و شوری (احتمال کمتر از ۱۰ درصد) قرار گرفته است. از نظر اجزای عملکرد، رژیم‌های مختلف آبیاری و شوری بر تعداد خوشه بی‌تأثیر و بر وزن دانه و تعداد دانه در خوشه مؤثر واقع شده‌اند. مقدار مصرف فصلی آب توسط گیاه با افزایش مقدار آب آبیاری، افزایش ولی با افزایش مقدار شوری کاهش یافته است، به طوری که در تیمار چهارم آبیاری (W_4) مقدار آب مصرف شده توسط گیاه در تیمار S_4 معادل ۸۸ درصد تیمار S_1 بود. توزیع فصلی رطوبت و شوری در پروفیل خاک نشان داد که با افزایش شوری مقدار رطوبت در خاک افزایش یافته و بیشترین تغییرات آن در لایه سطحی خاک اتفاق افتاده است. کاربرد آب شور در کلیه تیمارها باعث شده است تا بهره‌وری تولید به ازای مصرف آب شیرین افزایش یابد. در تیمار $W_3 S_4$ کارایی مصرف آب بر اساس مصرف کل از $9/8$ به $20/9$ کیلوگرم در هکتار به ازای هر میلی‌متر مصرف آب غیرشور افزایش یافته است.

واژه‌های کلیدی: کم آبیاری، شوری، کارایی مصرف آب، گندم، منطقه گرگان

مقدمه

در مناطق خشک و نیمه خشک منابع آب غیرشور که برای تولید محصولات کشاورزی ضروری است، محدود می‌باشد. در چنین مناطقی استفاده از آب‌های با کیفیت پایین و یا کاربرد روش‌های کم آبیاری ضمن شناخت آثار و تبعات آنها بر پایداری کشاورزی، می‌تواند به‌عنوان یک

گزینه مطلوب برای ارتقای بهره‌وری آب، عملکرد و تعدیل شرایط خشکسالی مورد کنکاش قرار گیرد. بررسی‌های متعددی در خصوص واکنش گیاهان تحت شرایط شوری و کم آبی توسط پژوهشگران انجام شده است. به‌طور کلی روند مطالعات شامل شناسایی واکنش گیاهان در محیط تحت تنش شوری و کم آبی، کمی کردن



گیاه شده ولی نسبت ریشه به اندام‌های هوایی افزایش می‌یابد.

ماس^۱ (۱۹۸۶، ۱۹۹۰) و ماس و هافمن^۲ (۱۹۷۷) گیاهان مختلف را براساس آستانه تحمل به شوری آنها و همچنین مقدار کاهش عملکرد به ازای افزایش یک واحد شوری طبقه‌بندی نمودند. دورنباس و کسام^۳ (۱۹۷۹) و دورنباس و پروت^۴ (۱۹۷۷) مراحل بحرانی گیاهان مختلف را نسبت به تنش آبی (در غیاب تنش شوری) و همچنین رابطه آب با عملکرد مشخص نمودند. کاترجی و همکاران^۵ (۱۹۹۸) از مدل‌هایی که رابطه آب و عملکرد را در شرایط غیر شور برآورد می‌کنند، برای گیاهانی نظیر ذرت، آفتاب‌گردان، سیب زمینی و سویا در شرایط شوری نیز به کار برده و نتیجه گرفتند که بجز سویا عملکرد بقیه گیاهان با نتایج حاصل از روابط فوق، هم‌خوانی مطلوبی دارد. عدم تطابق مقادیر اندازه‌گیری شده عملکرد سویا با نتایج حاصل از مدل، به اثر اضافی شوری روی ذخیره نیتروژن و همچنین تفاوت زیاد مقاومت به شوری ارقام مختلف سویا نسبت داده شد. ماس و همکاران^۶ (۱۹۹۴) نشان دادند، هرگاه شوری آب خاک از ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر بیشتر شود تعداد پنجه‌های اولیه و ثانویه در گندم به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. واکنش گندم در شرایط شوری آب آبیاری (۸/۶ دسی‌زیمنس بر متر) با وجود و عدم زهکشی توسط خوسلا و گوپتا^۷ (۱۹۹۷) 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 عملکرد کاهش یافته است.

پارا و رومرو^۸ (۱۹۸۰)، سپاسخواه و بورسما^۱ (۱۹۷۹) نشان دادند که وجود دو عامل خشکی و شوری در محیط

تابع جذب آب توسط ریشه گیاهان در شرایط شوری و کم آبی، مدل‌های شبیه‌سازی دینامیکی انتقال آب و اصلاح در خاک و اعمال روش‌های مدیریتی و کاربردی در شرایط کم آبی و شوری می‌باشد.

گندم در مراحل مختلف رشد نسبت به تنش آبی واکنش یکسانی نشان نمی‌دهد. اکبری‌مقدم و همکاران (۱۳۸۱) نشان دادند که قطع آب در مرحله خوشه‌دهی بدلیل کاهش وزن هزار دانه باعث بیشترین کاهش عملکرد دانه (۳۶ درصد پتانسیل) نسبت به مراحل دیگر شده و قطع آب در مرحله پنجه‌زنی بدلیل کاهش تعداد سنبله و تعداد دانه در سنبله باعث کاهش عملکرد دانه (۲۲ درصد پتانسیل) می‌شود. بررسی قربانی و همکاران (۱۳۸۱) نشان داده است که آب آبیاری با شوری ۸/۷ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش سطح، وزن خشک برگ و کل ماده خشک در مرحله گل‌دهی گندم شده و در مرحله رسیدگی شوری‌های ۸/۷ و ۱۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر، تعداد ساقه، وزن خشک ساقه و برگ، تعداد سنبله و کل ماده خشک گندم را کاهش می‌دهد. کاربرد آب شور زهکش‌ها در بعضی از مراحل رشد گیاه ضمن افزایش بازده تولید باعث ذخیره آب شیرین می‌شود.

فیضی و حقیقت (۱۳۸۰) نشان دادند، هرگاه ۳۴ درصد از کل آب مصرفی گندم در اوایل رشد به صورت آب شیرین و بقیه آب مصرفی در مراحل بعدی رشد از آب شور زهکش (۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر) استفاده گردد، بازده تولید گندم از ۰/۴ کیلوگرم در متر مکعب به ازای مصرف کل به ۱/۲ کیلوگرم در متر مکعب به ازای مصرف آب شیرین افزایش می‌یابد. بررسی پاسبان اسلام و همکاران (۱۳۷۹) نشان می‌دهد که تنش آبی بدلیل کاهش تعداد خورجین در بوته کلزا، موجب کاهش عملکرد دانه می‌گردد. یارنیا و همکاران (۱۳۸۰) نتیجه گرفتند که تنش شوری در یونجه باعث کاهش سطح برگ، وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه، ارتفاع، پتانسیل آب گیاه و محتوی نسبی آب در بافت‌های این



- 1- Maas
- 2- Mass & Hoffman
- 3- Doorenbos & Kassam
- 4- Doorenbos & Priutt
- 5- Katerji et al.
- 6- Mass et al.
- 7- Khosla & Gupta
- 8- Parra & Romero

زهکش‌ها) و روش‌های کم آبیاری ضمن بررسی تغییرات عملکرد گندم و توزیع شوری در پروفیل خاک در شرایط اقلیمی گرگان انجام شده است.

مواد و روشها

این آزمایش در شمال شرقی آق قلا از توابع شهرستان گرگان و در مزارع تحت پوشش شرکت تعاونی تولید پیوند در سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ روی گندم به اجرا در آمده است. شانزده تیمار شامل چهار سطح شوری آب آبیاری S_1 ، S_2 ، S_3 و S_4 با میانگین وزنی $1/6$ ، $1/9$ ، $1/8$ و $1/12$ دسی‌زیمنس بر متر به عنوان فاکتور فرعی و چهار سطح مقدار آبیاری W_1 ، W_2 ، W_3 و W_4 به ترتیب معادل ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی گیاه به عنوان فاکتور اصلی در سه تکرار (۴۸ کرت آزمایشی) با استفاده از کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی طراحی گردیده است. ابعاد کرت‌ها 3×4 متر، فاصله کرت‌ها از همدیگر ۲ متر، فاصله ردیف‌های گندم در هر کرت ۲۰ سانتی‌متر، فاصله بوته‌ها در روی ردیف ۸ سانتی‌متر و فاصله شیارهای آبیاری ۶۰ سانتی‌متر انتخاب گردید.

مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از انجام آزمایش تا عمق ۹۰ سانتی‌متری در جدول ۱ خلاصه شده است.

برای برنامه‌ریزی آبیاری از دو منبع آب، یکی آب چاه یا کانال آبیاری منشعب از رودخانه گرگانرود به‌عنوان آب غیر شور و دیگری از آب زهکش منطقه با شوری‌های مختلف در طی فصل (۳۵-۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) به عنوان آب شور استفاده شد. تجزیه شیمیایی این دو نوع آب در یک مرحله زمانی (اواسط اردیبهشت) در جدول ۲ خلاصه شده است. دو حوضچه در محل ساخته شد که در یکی از حوضچه‌ها آب غیرشور و در دیگری آب شور حاصل از اختلاط دو منبع آب تهیه می‌شد. برای کنترل دقیق میزان آب وارد شده به کرت‌ها از کنتور حجمی با دقت $0/1$ لیتر استفاده شد. رژیم‌های مختلف آبیاری بر

بدلیل کاهش بیشتر پتانسیل آب خاک نسبت به شرایط نبود هر کدام باعث می‌شود تا گیاه بیشتر تحت تأثیر قرار گیرد ولی اثر آنها در کاهش عملکرد یکسان نخواهد بود. همایی و همکاران^۱ (۲۰۰۲a,b,c) و (۲۰۰۲) با بررسی توابع مختلف جذب آب توسط گیاه نشان دادند که توابع جمع پذیر (جمع ساده پتانسیل‌های آب خاک) و حاصل‌ضربی، مقدار جذب آب را به خوبی برآورد نمی‌کنند و مدل غیرخطی جدیدی در شرایط توأمان شوری و خشکی پیشنهاد نمودند. داتا و همکاران^۲ (۱۹۹۸) با استفاده از توابع مختلف رگرسیونی رابطه عملکرد گندم تحت مقادیر مختلف کمی و کیفی آب آبیاری را مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که بهترین تابع تولید گندم در شرایط شوری تابع درجه دوم می‌باشد و بین عملکرد گندم و شوری اولیه خاک یا شوری آب آبیاری رابطه معکوس وجود دارد.

ابوآواد^۳ (۲۰۰۱) مقادیر و کیفیت‌های مختلف آب آبیاری را روی درختان لیمو مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفت که شوری مقدار جذب آب توسط گیاه را کاهش داده و کاربرد آب زهکش (۴/۹ دسی‌زیمنس بر متر) به میزان $1/5$ برابر نیاز گیاه طی ۵ سال، متوسط شوری خاک تا عمق ۸۰ سانتی‌متری از $1/1$ به $7/5$ دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافته است. عثمان و همکاران^۴ (۱۹۹۷) نشان دادند، عملکرد دانه، کاه و اجزای عملکرد جو در اثر آبیاری با آب زهکش (۱۶۷-۱۰۷/۷ دسی‌زیمنس بر متر) نسبت به آب کانال (۳۶۶-۲۸۸ دسی‌زیمنس بر متر) کاهش معنی‌داری دارد. اما کاربرد مخلوط دو نوع آب (۶/۸-۹/۸ دسی‌زیمنس بر متر) نسبت به آب کانال در عملکرد دانه و کاه تفاوت معنی‌داری ندارد.

پژوهش حاضر به‌منظور صرفه‌جویی در مصرف آب شیرین با استفاده از منابع آب جایگزین (آب شور

- 1- Sepaskhah & Boersma
- 2- Hoae et al.
- 3- Datta et al.
- 4- Abu-Awwad
- 5- Osman et al.



فروردین، هفدهم اردیبهشت و اول خرداد) با نمونه‌گیری خاک از همه تیمارها اندازه‌گیری گردید. رطوبت خاک از طریق وزنی و شوری از طریق عصاره اشباع خاک در آزمایشگاه تعیین شد.

نتایج و بحث

در طی فصل، سه بار آبیاری انجام شده است. مقادیر آب مصرف شده و شوری آب به تفکیک هر آبیاری در تیمارهای مختلف در جدول ۳ ارائه گردیده است.

توزیع بارندگی در طی فصل رشد (از ۲۹ آذر الی ۱۳ خرداد) به ترتیب در ماه‌های آذر، دی، بهمن، اسفند، فروردین، اردیبهشت و خرداد برابر با ۹، ۳۶، ۱۹، ۱۰، ۵۵، ۳۴ و صفر میلی‌متر بود. مقدار مصرف آب توسط گیاه براساس محاسبه اجزای بیلان آب در پروفیل خاک در جدول ۴ خلاصه شده است.

همانطور که اعداد جدول ۴ نشان می‌دهند بیشترین مصرف آب توسط گیاه مربوط به تیمار W_1S_1 می‌باشد. به‌طور کلی در یک شوری مشخص با افزایش مقدار آب آبیاری میزان مصرف آب توسط گیاه بیشتر شده است. در حالی که میزان تخلیه رطوبت از خاک توسط گیاه با افزایش شدت کم آبیاری بیشتر شده است که با نتایج ابوالوآد (۲۰۰۱) مطابقت دارد. به دلیل بارش زیاد در طی فصل (۱۶۳ میلی‌متر) پتانسیل جذب آب از پروفیل خاک برای تیمارهای کم آبیاری افزایش یافته است، اما افزایش شوری آب آبیاری مقدار مصرف آب توسط گیاه را کاهش داده است، به‌طوری که در تیمار بدون تنش آبی (W_2)، با افزایش شوری از تیمار S_1 به S_2 ، S_2 ، S_3 و S_4 میزان مصرف فصلی آب توسط گیاه به اندازه ۳، ۶ و ۱۲ درصد کاهش داشته است.

اساس اندازه‌گیری رطوبت خاک با معیار قرار دادن تیمار بدون تنش آبی و محاسبه کمبود رطوبت خاک و اعمال ضرایب برای هر تیمار براساس رابطه زیر محاسبه گردید:

$$SMD = (\theta_{fc} - \theta_i) Bd * D * f \quad [1]$$

که در آن: SMD = کمبود رطوبت خاک، θ_{fc} ؛ mm و θ_i = به ترتیب درصد وزنی رطوبت در ظرفیت زراعی و موجود در خاک؛ Bd = جرم مخصوص ظاهری خاک، D ؛ g/cm^3 = عمق توسعه ریشه، f ؛ mm = ضرایب هر تیمار، درصد مقدار مصرف آب توسط گیاه از طریق اندازه‌گیری اجزای بیلان آب براساس رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$I + P - (ET + Dd + Ro) = \Delta S \quad [2]$$

که در آن: I و P = به ترتیب مقدار آبیاری و باران، mm؛ ET، Dd و Ro = به ترتیب مقدار مصرف گیاه، عمق آب زهکشی شده و رواناب، mm؛ ΔS = تغییرات ذخیره رطوبت خاک، mm.

در این پژوهش به دلیل بسته بودن انتهای کرت رواناب سطحی وجود نداشت. 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. از سهم آب زیرزمینی صرف‌نظر شده است. تغییرات رطوبت خاک از تفاوت رطوبت ابتدا و انتهای فصل در پروفیل خاک به دست می‌آید.

در طی فصل پارامترهای زراعی شامل وزن خشک اندام‌های هوایی، عملکرد، اجزای عملکرد (وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در متر مربع)، ارتفاع گیاه و هم چنین توزیع رطوبت و شوری در پروفیل خاک تا عمق یک متری به ازای هر ۲۰ سانتی‌متر عمق در پنج مرحله زمانی (هیجدهم اسفند، دهم و بیست و نهم



جدول ۱- مقادیر و کیفیت آب آبیاری به تفکیک هر مرحله در تیمارهای مختلف.

تیمار	مراحل آبیاری					
	۱۳۸۱/۲/۱۷		۱۳۸۱/۲/۷		۱۳۸۰/۱۲/۲۶	
	مقدار (mm)	شوری (ds/m)	مقدار (mm)	شوری (ds/m)	مقدار (mm)	شوری (ds/m)
W ₁ S ₁	۳۲	۱/۹	۳۲	۱/۹	۲۹	۰/۸
W ₂ S ₂	۴۷	۸/۷	۴۷	۸/۷	۴۳	۵
W ₃ S ₃	۶۳	۱۱	۶۳	۱۱	۵۷	۷
W ₄ S ₄	۷۶	۱۳/۹	۷۶	۱۳/۹	۶۸	۱۰

جدول ۲- برآورد میزان مصرف آب گیاه در طی فصل

تیمارها	S ₁				S ₂				S ₃				S ₄			
	W4	W4	W3	W1	W4	W4	W3	W1	W4	W4	W3	W1	W4	W4	W3	W1
ضرایب	۱/۲۵	۱	۰/۷۵	۰/۵	۱/۲۵	۱	۰/۷۵	۰/۵	۱/۲۵	۱	۰/۷۵	۰/۵	۱/۲۵	۱	۰/۷۵	۰/۵
I (mm)	۲۲۰	۱۸۳	۱۳۷	۹۲	۲۲۰	۱۸۳	۱۳۷	۹۲	۲۲۰	۱۸۳	۱۳۷	۹۲	۲۲۰	۱۸۳	۱۳۷	۹۲
P (mm)	۱۶۳	۱۶۳	۱۶۳	۱۶۳	۱۶۳	۱۶۳	۱۶۳	۱۶۳	۱۶۳	۱۶۳	۱۶۳	۱۶۳	۱۶۳	۱۶۳	۱۶۳	۱۶۳
ΔS (mm)	۱۱	۳	-۵	-۷	-۱۲	-۱۸	-۲۳	-۲۷	-۲۷	-۲۹	-۳۱	-۴۳	-۳۱	-۴۰	-۴۸	-۴۵
ET (mm)	۳۷۲	۳۴۳	۳۰۵	۲۶۲	۳۹۵	۳۶۴	۳۲۳	۲۸۲	۴۱۰	۳۷۵	۳۳۱	۲۹۸	۴۱۴	۳۸۶	۳۴۸	۳۰۰

جدول ۳- نتایج آنالیز واریانس عملکرد و اجزای عملکرد گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه در متر مربع	تعداد سنبله	وزن ۱۰۰۰ دانه، g	تعداد دانه در سنبله	ارتفاع cm	وزن خشک	وزن سنبله، g	میانگین مربعات	
									وزن سنبله، g	وزن خشک
تکرار	۲	۱۲۳۱۰	۶۶۸۲	۱۰/۷	۲۸/۴	۶۳/۵	۴/۴	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱
W	۳	۳۹۰۳۶۸**	۱۵۲ns	۲۳/۴**	۸۷/۴۳**	۶۱/۹*	۳/۸*	۰/۳۹*	۰/۳۹*	۰/۳۹*
خطا	۶	۲۶۹۴۸	۱۶۰۱	۲/۹۷	۱۲/۵	۱۶/۶	۰/۶۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸
S	۳	۱۱۰۲۱۵*	۴۲ ns	۹/۴ *	۲۷/۹ *	۲۰/۸ ns	۲/۴ **	۰/۱۱ ns	۰/۱۱ ns	۰/۱۱ ns
W*S	۹	۴۳۲۴ ns	۹۸۳ ns	۰/۸۹ ns	۹/۷ ns	۶/۲ ns	۰/۳۵ ns	۰/۰۳ ns	۰/۰۳ ns	۰/۰۳ ns
خطا	۲۴	۳۳۱۵۷	۱۷۲۷	۳/۵۷	۱۱/۴	۱۶/۹	۰/۴۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
ضریب تغییرات		۸/۸	۱۴/۹	۴/۸	۱۰/۵	۴/۸	۱۳/۳	۱۳/۸	۱۳/۸	۱۳/۸

W=مقدار آب آبیاری؛ S= شوری آب آبیاری؛ * و **: به ترتیب معنی دار در سطح ۱۰ و ۵ درصد و ns: بدون اثر معنی دار.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد گندم تحت تأثیر عوامل آزمایشی

عوامل آزمایشی	عملکرد دانه	تعداد سنبله	وزن ۱۰۰۰ دانه، g	تعداد دانه در سنبله	ارتفاع	وزن خشک	وزن سنبله	طول سنبله
	kg/ha	در متر مربع	دانه، g	سنبله	cm	g/0.6m ²	g	cm
W ₁	۳۰۷۳ b	۲۷۹a	۳۷/۹ c	۳۰/۱b	۸۴/۵ a	۴/۴b	۱/۴b	۸a
W ₂	۳۳۰۰ b	۲۸۳a	۳۹/۲ bc	۲۹/۸ b	۸۴/۷a	۴/۹ab	۱/۵ab	۷/۸a
W ₃	۳۶۱۰ a	۲۷۷ a	۴۰/۴ ab	۳۴a	۸۸/۱a	۵/۲ab	۱/۷ab	۸/۵a
W ₄	۳۷۳۷ a	۲۷۵ a	۴۱/۱ a	۳۵/۱a	۸۸/۹a	۵/۸a	۱/۸a	۸/۵a
S ₁	۳۵۹۳ a	۲۷۹a	۴۰/۸ a	۳۴ a	۸۸/۳a	۵/۵a	۱/۶a	۸/۳a
S ₂	۳۴۹۰ a	۲۷۸a	۳۹/۷ ab	۳۲/۷ab	۸۶/۵a	۵/۳ab	۱/۷a	۸/۳a
S ₃	۳۴۲۰ ab	۲۸۰ a	۳۹/۳b	۳۱/۹ab	۸۶/۴a	۴/۹bc	۱/۵a	۸/۱a
S ₄	۳۲۱۵b	۲۷۶a	۳۸/۸b	۳۰/۴ b	۸۵a	۴/۵c	۱/۵a	۷/۹a



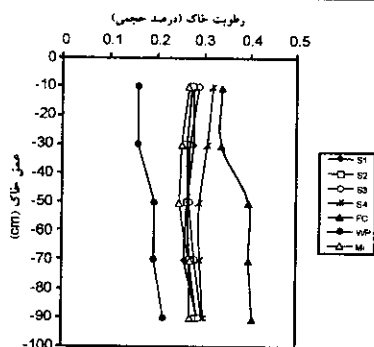
۹۶، ۸۱، ۸۸ و ۹۵ درصد تیمار بدون تنش شوری (S_1) بوده است.

مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل شوری و مقدار آبیاری در جدول ۷ ارائه شده است. اگر چه از نظر آماری این اثر معنی‌دار نشده است، ولی بالاترین عملکرد مربوط به تیمار W_4S_1 و بعد از آن مربوط به تیمار W_3S_1 با میانگین ۳۹۲۵ و ۳۸۴۵ و کمترین مقدار عملکرد نیز مربوط به تیمار W_1S_4 با میانگین ۲۸۶۲ کیلوگرم در هکتار حاصل شده است. در تیمار تحت تنش آبی ولی بدون تنش شوری (W_1S_1)، عملکرد ۱۷ درصد، در تیمار تحت تنش شوری ولی بدون تنش آبی (W_3S_4) ۱۱ درصد و در تیماری که تحت تأثیر توأم هر دو تنش قرار دارد (W_1S_4) عملکرد به میزان ۲۶ درصد نسبت به شرایط بدون تنش (W_3S_1) کاهش داشته است. در نتیجه وجود هر دو تنش آبی و شوری در محیط به دلیل اثر اضافی هر یک در کاهش انرژی آزاد آب، نسبت به شرایط نبود هر کدام، در جذب آب توسط گیاه اختلال بیشتری ایجاد می‌نمایند که در نهایت عملکرد را بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد. این نتایج با یافته‌های پارا و رومرو (۱۹۸۰)، سپاسخواه و بورسما (۱۹۷۹) و همایی و همکاران (۲۰۰۲a,b,c) مطابقت دارد. البته به بررسی جامع‌تری نیاز است تا بتوان مدل‌های جذب آب توسط گیاه را برای شرایط منطقه با وجود توأم شوری و کم آبی کمی نمود. شکل ۱ میانگین فصلی توزیع رطوبت را تا عمق یک‌متری خاک در تیمار بدون تنش شوری (W_3) و رژیم‌های مختلف آبیاری نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که با افزایش شوری مقدار رطوبت موجود در خاک افزایش یافته، بخصوص در تیمار S_4 که بیشتر از بقیه به منحنی FC نزدیک شده است (بخصوص در لایه سطحی خاک). در نتیجه تحت شرایط یکسان آبیاری با افزایش شوری میزان تخلیه رطوبت از خاک توسط گیاه کمتر شده است.

آنالیز واریانس عملکرد و اجزای عملکرد گندم در تیمارهای تحت بررسی در جدول ۵ خلاصه گردیده است. نتایج نشان می‌دهد که اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بجز بر تعداد سنبله در متر مربع بر بقیه پارامترهای مورد اندازه‌گیری معنی‌دار شده است. شوری بر وزن دانه، تعداد دانه در سنبله و عملکرد در سطح ۱۰ درصد و بر وزن خشک قسمت هوایی گیاه در سطح ۵ درصد معنی‌دار و بر ارتفاع، وزن خوشه و تعداد سنبله در متر مربع بی‌تأثیر بوده است. همانطور که ملاحظه می‌شود مقدار آب نسبت به شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم اثر بیشتری داشته است. با توجه به اینکه گندم در مراحل اولیه رشد نسبت به شوری و در مراحل رشد زایشی نسبت به مقدار آب حساس‌تر است و تیمارهای آبیاری نیز به دلیل بارندگی در مراحل اولیه رشد از دهه سوم اسفند شروع شده است حتی کاربرد آب با شوری ۱۳/۶ دسی‌زیمنس بر متر که در حال حاضر هیچگونه ارزش اقتصادی در برنامه‌ریزی آبیاری ندارد، نسبت به تیمار بدون تنش شوری ۱۲ درصد کاهش عملکرد داشته است. بررسی مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و شوری در جدول ۶ نشان می‌دهد که از نظر مقدار آب بالاترین عملکرد مربوط به تیمار W_4 با میانگین ۳۷۳۷ کیلوگرم در هکتار و پایین‌ترین آن مربوط به تیمار W_1 با میانگین ۳۰۷۳ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، ارتفاع، وزن خشک بخش هوایی، وزن خوشه و طول خوشه در تیمار تحت تنش آبی (W_1) به ترتیب معادل ۹۲، ۸۵، ۹۵، ۷۵، ۷۷ و ۹۲ درصد تیمار بدون تنش آبی بوده است.

از نظر شوری بالاترین عملکرد مربوط به تیمار S_1 با میانگین ۳۵۹۲ و کمترین آن مربوط به تیمار S_4 با میانگین ۳۲۱۵ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. عوامل مورد اندازه‌گیری به ترتیبی که در بالا ذکر شد در تیمار S_4 معادل ۹۵، ۸۹،

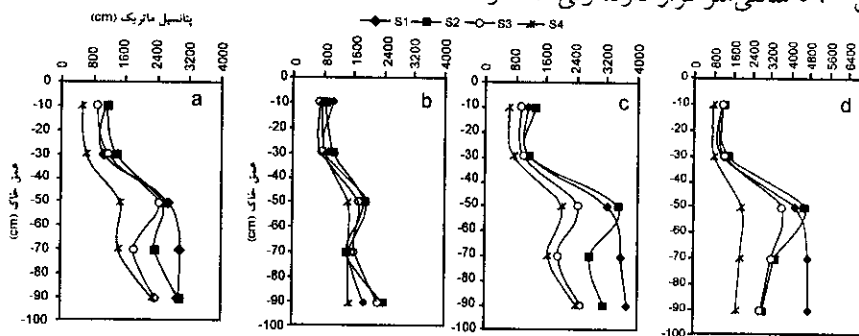




شکل ۱- میانگین فصلی تغییرات رطوبت در پروفیل خاک و رطوبت اولیه (Mi) در تیمار W_2 .

رطوبت در تیمار W_2 (شکل ۲-ا) و همان تیمارهای شوری تحت مکش ۲۴۰۰ تا ۳۲۰۰ سانتی‌متر قرار دارد. در تیمارهای بدون تنش آبی (شکل‌های ۲-ا و ۲-ب) میزان مکش خاک با عمق با آهنگ کمتری افزایش می‌یابد ولی در تیمارهای تحت تنش آبی (شکل‌های ۲-ج و ۲-د) با سرعت بیشتری افزایش می‌یابد.

منحنی تغییرات میانگین فصلی پتانسیل ماتریک خاک در رژیم‌های مختلف آبیاری و شوری در شکل ۲ ارائه شده است. مقایسه میزان رطوبت در تیمارهای بدون تنش شوری (S_1 و S_2) نشان می‌دهد که با افزایش عمق آب آبیاری میزان رطوبت در خاک دارای پتانسیل کمتری است (رطوبت بیشتر). به عنوان مثال در تیمار W_1 (شکل ۲-د) رطوبت تحت مکش ۵۶۰۰ سانتی‌متر قرار دارد، ولی مقدار



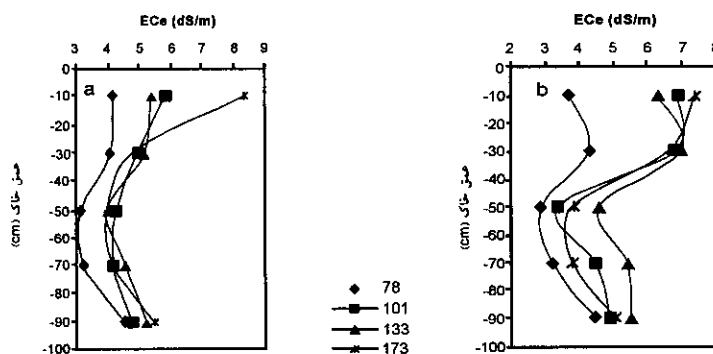
شکل ۲- میانگین فصلی تغییرات پتانسیل در پروفیل خاک در تیمارهای W_1 (a), W_2 (b), W_3 (c) و W_4 (d).

است، ولی باران قادر خواهد بود (متوسط بارندگی ده ساله اخیر در منطقه مورد مطالعه در ماه‌های مهر، آبان و آذر به ترتیب برابر ۴۰، ۴۱، ۴۰ میلی‌متر است) با شستشوی لایه سطحی خاک محیط را برای جوانه‌زنی و رشد اولیه گندم مساعد نماید. این نتیجه در شکل ۳ نیز قابل استخراج است. در این شکل اگر دو مرحله ۱۰۱ (بعد از اولین آبیاری) و ۱۳۳ روز (بعد از آبیاری دوم) پس از کشت را با هم مقایسه کنیم در مرحله ۱۳۳ روز پس از کاشت علی‌رغم شوری بیشتر نسبت به مرحله ۱۰۱، در لایه سطحی خاک شوری کمتری وجود دارد. مقدار ۵۵ میلی‌متر باران در فروردین و ۱۶ میلی‌متر در اردیبهشت ماه، تا قبل

برای بررسی توزیع شوری در پروفیل خاک در طی فصل رشد، شکل ۴، چهار مرحله زمانی اندازه‌گیری شده شوری در پروفیل خاک را در دو تیمار شور W_2S_2 و W_3S_2 نشان می‌دهد. مرحله زمانی ۷۸ روز، توزیع شوری در خاک قبل از اعمال آبیاری و سه منحنی بعدی پس از انجام آبیاری است. از آنجا که تبخیر از لایه سطحی خاک صورت می‌گیرد، آهنگ رشد شوری در لایه بالایی به مراتب بیشتر از لایه‌های پایین‌تر است. نتایج عملکرد گیاه نشان داده است که تولید قابل قبولی در شرایط شوری حاصل شده، همچنین همانطور که ملاحظه می‌گردد افزایش شوری در لایه سطحی خاک را نیز بدنبال داشته

از اردیبهشت تا اوایل شهریور کمبود بارندگی، تبخیر زیاد، افزایش سطح آب زیرزمینی در مناطقی که مشکل زهکشی دارند، به دلیل آبیاری مزارع، امکان افزایش شوری در لایه‌های سطحی خاک، براساس خواص صعود شعریه، در طولانی مدت وجود دارد.

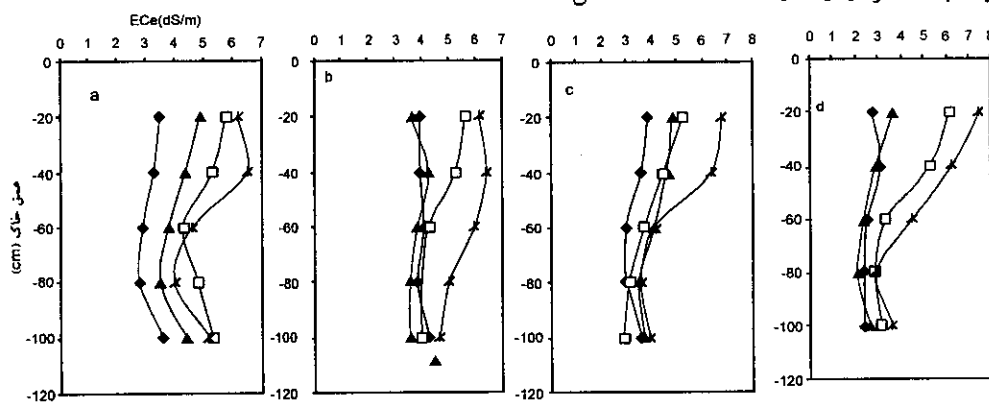
از آبیاری دوم، عامل تعدیل روند صعودی شوری در خاک شده است. مراحل بعدی رشد گیاه (دی، بهمن، اسفند و فروردین) همراه با بارش‌های مناسب، رطوبت بالا و درجه حرارت پایین است که این شرایط، صعود شوری را از لایه‌های پایین‌تر خاک به سمت بالا محدود می‌کند، اما



شکل ۳- تغییرات شوری در پروفیل خاک در چهار مرحله زمانی در تیمارهای (a) W_{78} و (b) W_{173}

میانگین فصلی توزیع شوری در تیمارهای مختلف تحت بررسی را نشان می‌دهد که ملاحظه می‌شود با افزایش شوری آب آبیاری، شوری عصاره اشباع خاک بخصوص در لایه سطحی خاک افزایش یافته است و هر چه مقدار آب کمتر شده شدت افزایش شوری در سطح خاک بیشتر شده است. با کاهش مقدار آب در تیمار W_1 (شکل ۴-d) تفاوت شوری خاک در سطح و عمق بیشتر شده است و شوری با سرعت بیشتری نسبت به تیمارهای W_3 و W_4 (شکل‌های ۴-a و ۴-b) با عمق کاهش یافته است، به طوری که در تیمار W_4 توزیع شوری در عمق از یکنواختی بیشتری برخوردار است.

بنابراین در مواقعی که از آب شور برای آبیاری گندم در منطقه استفاده می‌شود برای حفظ پایداری کشاورزی بایستی تمهیدات دیگری نیز اندیشید که می‌توان به مواردی از جمله شستشوی خاک قبل از کشت، کاربرد متناوب آب شور و شیرین در طی فصل، زهکشی، استفاده از گیاهان با تحمل‌های مختلف نسبت به شوری در تناوب اشاره نمود. اگرچه در تیمار W_{78} (شکل ۳-a) که دارای شوری کمتری نسبت به تیمار W_{173} (شکل ۳-b) می‌باشد، شوری در عمق ۲۰-۳۰ سانتی متری آن، بخصوص در مرحله ۱۷۳ روز پس از آبیاری، بیشتر از تیمار دیگر شده است ولی میانگین شوری تا عمق ۴۰ سانتی متری این تیمار به مراتب کمتر از تیمار W_{173} است. شکل ۴



شکل ۴- میانگین فصلی توزیع شوری در پروفیل خاک در تیمارهای (a) W_2 ، (b) W_1 ، (c) W_3 و (d) W_4 .



جایگزین شود، بازده مصرف آب افزایش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد. به‌عنوان مثال در تیمار W_3S_4 که در طی فصل ۱۸۳ میلی‌متر آب با شوری ۱۳/۶ دسی‌زیمنس بر متر و ۱۶۳ میلی‌متر آب غیر شور (باران) مصرف کرده است، بازده مصرف آب از ۹/۸ براساس مصرف کل به ۲۰/۹ کیلوگرم در هکتار به ازای هر میلی‌متر آب غیر شور افزایش یافته است. در نتیجه در شرایط اقلیمی مشابه استان گلستان که بخشی از نیاز گیاه توسط باران تأمین می‌شود و از طرفی کمبود آب نیز مانع جدی در تولیدات کشاورزی منطقه محسوب می‌شود می‌توان از آب شور در برنامه‌ریزی آبیاری به‌عنوان یک منبع استفاده کرد، ولی بر بررسی توزیع شوری در پروفیل خاک برای حفظ پایداری کشاورزی بخصوص در ابتدای فصل، تأکید می‌شود.

سیاسگزاری

بدینوسیله از زحمات آقایان مهندس کلاته، مهندس ابومردانی، مهندس آبرودی، طبرسا و خانم مهندس روشن که در کلیه مراحل زراعی، تجزیه‌های آب، خاک و گیاه با این طرح همکاری داشته‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

در صورت جایگزینی آبهای مورد استفاده در این مطالعه به جای آب‌های غیر شور بازده مصرف آب به مقدار قابل توجهی افزایش می‌یابد. در یک شوری مشخص آب آبیاری، بیشترین بازده مصرف آب مربوط به تیمار تنش آبی است. به‌عنوان مثال، بازده مصرف آب در تیمار W_1S_1 از ۱۰/۷ به ۹/۵ کیلوگرم در هکتار به ازای هر واحد آب مصرفی در تیمار W_4S_1 کاهش یافته است، اما در اثر افزایش شوری آب آبیاری بازده مصرف آب تغییر قابل ملاحظه‌ای نداشته است. بازده مصرف آب در دو تیمار W_3S_4 و W_3S_1 به ترتیب برابر ۱۰ و ۹/۹ کیلوگرم در هکتار به ازای هر میلی‌متر آب مصرفی است. این نتایج با نتایج فیضی و حقیقت (۱۳۸۰) مطابقت دارد. شوری آب آبیاری مورد استفاده در این آزمایش اگر چه از نظر معیارهای کیفی آب جزء آبهای غیر قابل استفاده محسوب می‌شود ولی به دلیل شرایط بارندگی منطقه (۱۶۳ میلی‌متر در دوره رشد) تأثیر قابل توجهی در عملکرد نداشته است ضمن این که در یک تیمار مشخص مقدار آب، میزان مصرف آب در تیمار شور کمتر شده است (جدول ۳). به همین دلیل تغییرات بازده مصرف آب در اثر افزایش شوری ناچیز است. ولی هرگاه در یک تیمار مشخص کم آبی بخشی از نیاز گیاه توسط آب شور که فعلاً در برنامه‌ریزی آبیاری هیچ‌گونه ارزش اقتصادی ندارد

منابع

۱. اکبری مقدم، ح. غ. اعتصام، ش. کوهکن، ح. رستمی، و غ. کبخا. ۱۳۸۱. بررسی اثر تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد ارقام گندم. هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. کرج. ۷۳۵ صفحه. ص ۵۴۹.
۲. یاسبان اسلام، ب. م. شکیب، م. نیشابوری، م. مقدم و م. احمدی. ۱۳۷۹. اثر تنش کمبود آب بر روی ویژگی‌های کمی و کیفی کلزا. مجله دانش کشاورزی. جلد ۱۰ شماره ۴. ۹۲ صفحه. صفحات ۸۵-۷۵.
۳. قربانی، م. ح. ا. زینلی، ا. سلطانی، و س. گالشی. ۱۳۸۱. تأثیر تنش شوری بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم گندم. هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. ۷۳۵ صفحه. ص ۵۸۵.
۴. فیضی، م. و ا. حقیقت. ۱۳۸۰. نگرشی بر روشهای بهره‌برداری از آبهای نامتعارف در کشاورزی. اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب. دانشگاه زابل. جلد ۲. ۴۹۶ صفحه. صفحات ۲۷۸-۲۶۵.
۵. یاریان، م. ح. حیدری، ا. هاشمی دزفولی، ف. رحیمی‌زاده و ا. قلاوند. ۱۳۸۰. ارزیابی تحمل به شوری لاین‌های یونجه. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۳، شماره ۲. ۷۵ صفحه. صفحات ۲۶-۱۲.

6. Abu-Awwad, A.M. 2001. Influence of different water quantities and qualities on lemon trees and soil salt distribution at the Jordan Valley. Agric. Water Manage. 52: 53-71.



7. Datta, K.K., V.P. Sharma, and D.P. Sharma. 1998. Estimation of a production functions for wheat under saline conditions. *Agric. Water Manage.* 36:85- 94.
8. Doorenbos, J., and A.H. Kassam. 1979. Yield Response to Water. *Irrig and Drain. Paper No. 33*, FAO, Rome, 193p.
9. Doorenbos, J., and W. O. Pruitt. 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. *Irrig and Drain. Paper No. 24*, FAO, Rome, 156p.
10. Homaei, M., C. Dirksen, and R.A. Feddes. 2002a. Simulation of root water uptake. I. Non-uniform transient salinity using different macroscopic reduction functions. *Agric. Water Manage.* 57: 89-09.
11. Homaei, M., R.A. Feddes, and C. Dirksen. 2002b. Simulation of root water uptake. II. Non-uniform transient water stress using different macroscopic reduction functions. *Agric. Water Manage.* 57:111- 126.
12. Homaei, M., R.A. Feddes, and C. Dirksen. 2002c. Simulation of root water uptake. III. Non-uniform transient combined salinity and water stress. *Agric. Water Manage.* 57: 127-144.
13. Homaei, M., R.A. Feddes and C. Dirksen. 2002d. A macroscopic water extraction model for non-uniform transient salinity and water stress. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66: 1764-1772.
14. Katerji, N., J.W. Van Hoorn, A. Hamdy, M. Mastrorilli and F. Karam. 1998. Salinity and drought, a comparison of their effects on the relationship between yield and evapotranspiration. *Agric. Water Manage.* 36: 45-54.
15. Khosla, B.K., and R.K. Gupta. 1997. Response of wheat to saline irrigation and drainage. *Agric. Water Manage.* 32: 285- 291.
16. Maas, E.V. 1986. Salt tolerance of plants. *Appl. Agric. Res.* 1: 12-26.
17. Maas, E.V. 1990. Crop salt tolerance. *ASAE Mong. No.71*. PP. 262- 304.
18. Maas, E.V. and G.J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance: current assessment. *J. Irrig. and Drain. Div., ASCE* 103(2): 115-134.
19. Maas, E.V., M.L. Scott, L.E. Francois, and C.M. Grieve. 1994. Tiller development in salt-stressed wheat. *Crop Sci.* 34: 1594-1603.
20. Osman, A. Al-Tahir, Y.A. Al-Nabulsi, and A.M. Helalia. 1997. Effects of water quality and frequency of irrigation on growth and yield of barley. *Agric. Water Manage.* 34: 17-24.
21. Parra, M.A., and G.C. Romero. 1980. on the dependence of salt tolerance of beans on soil water metric potential. *Plant and Soil* 56: 3-16.
22. Sepaskhah, A.R., and L. Boersma. 1979. Shoot and root growth exposed to several levels of matric potential and NaCl induced osmotic potential of soil water. *Agron. J.* 71: 746- 752.



Effect of different irrigation regimes and salinity on wheat yield in Gorgan region

A. R. Kiani¹, M. Mirlatifi², M. Homae² and A. Cheraghi³

¹Agricultural Research center of Golestan province, Gorgan, ²Department of Agronomy, Tarbiat Modarres University, ³National salinity Research centre, Iran.

Abstract

Effect of water quantity and quality on wheat grain yield and yield components were studied in northeast of Golestan province. The treatments included four water levels with 50(W₁), 75(W₂), 100(W₃) and 125(W₄) percent of crop water requirement and four water quality with salinity of 1.6 (S₁), 7.9 (S₂), 10.8 (S₃) and 13.6 (S₄) ds/m. The experiments were evaluated using a randomized complete block design with split-plot layout which considered water quantity as main plots and water quality as subplots, with three replications. The results revealed that water quantity and quality were significant on wheat yield. Different irrigation depths and salinity levels were not significant on spike number per m² and were significant on 1000-grain weight and grain/spike. The seasonal water consumption by wheat increased when water quantity increased, while it decreased when irrigation water salinity increased. For example, in treatment W₄, treatment S₄ consumed 88% water as of S₁ treatment. Seasonal distribution of water content and salinity in soil profile showed that water content increased when irrigation water salinity was increased. The highest salt concentration occurred in surface soil layer. In all treatments, using saline water accounts for the improvement of water use efficiency (WUE) when fresh water is considered, comparing to total applied water (fresh saline). So that, in W₃S₄ treatment, WUE for total water use was equal to 9.8 while for fresh water it was 20.9 kg.ha⁻¹.mm⁻¹.

Keywords: Deficit irrigation; Salinity; Water use efficiency; Wheat; Gorgan region

