مناسب‌ترین دور آبیاری گندم به روش پیگیری رطوبت خاک در شوری‌های مختلف آب آبیاری

محی‌الدین گوشه[۱] و ابوالفضل آزادی[۲]

۱و۲- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

*Email: a.azadi@areeo.ac.ir

چکیده

دانستن حد بهینه رطوبت خاک و شوری آب، به برنامه‌ریزی آبیاری و تنظیم دورهای مناسب آبیاری، کمک می‌نماید. لذا، جهت تعیین حدود تخلیه مجاز رطوبت خاک در شوری های مختلف به منظور کاهش احتمال بروز تنش رطوبتی به محصول گندم، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی منابع طبیعی خوزستان اجرا گردید. دو فاکتور دور آبیاری بر اساس درصد کاهش رطوبت خاک از حد ظرفیت زراعی (شامل سه سطح ۷۰٪ ،۵۰٪ و۳۰٪ آب قابل دسترس گیاه در محدوده ظرفیت زراعی تا نقطه پژمردگی) و سطوح شوری آب آبیاری (کم‌تر از ۲ ، ۵- ۳ و ۸- ٦ دسی زیمنس بر متر) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مناسب‌ترین دور آبیاری و شوری آب در مزارع گندم مناطق جنوبی استان خوزستان، بر اساس ۳۰٪ آب دسترس گیاه(۷۰ درصد کاهش رطوبت از حد ظرفیت زراعی) و حداکثر شوری آب نیز در دامنه ۳ تا ۵ دسی زیمنس بر متر می‌باشد به طوری‌که با اعمال این مدیریت، کاهش معنی‌داری در عملکرد دانه (با عملکرد ۳۸۰۰ کیلوگرم در هکتار) رخ نداده و شوری خاک نیز در حد مجاز برای گندم (شوری ۳/۷ دسی زیمنس برمتر) کنترل خواهد گردید.

واژه های کلیدی: گندم، دور آبیاری، شوری، تخلیه رطوبت خاک

بیان مسئله

گندم یکی از کالاهای اساسی کشاورزی محسوب می‌شود که سهم زیادی در امنیت غذایی کشور دارد. مطابق با آمارنامه وزرات جهاد کشاورزی در سال زراعی ۱۳۹۹- ۱۴۰۰ گندم آبی با تولید حدود ۸/۱۸ میلیون تن و سهم ۱٤/۰۱درصد از کل میزان تولید محصولات زراعی آبی رتبه دوم بوده و استان خوزستان نیز با سهم ۱٦/۸۳ درصد بیش‌ترین سهم را در تولید این محصول در بین استان‌های تولیدکننده گندم آبی کشور داشته است. بنابراین استان خوزستان با داشتن پتانسیل‌های آب و خاک و هم‌چنین وجود اراضی حاصل‌خیز یکی از قطب‌های کشاورزی و تولید گندم کشور محسوب می‌شود و از طرفی یکی از اولویت‌های اصلی بخش کشاورزی استفاده صحیح از منابع خاک و آب است. بنابراین برنامه ریزی اصولی برای استفاده بهینه از اراضی موجب می‌شود تا ضمن حداکثر بهره‌وری، هر زمین برای استفاده آیندگان محافظت شود (۱). کم آبی سال‌های اخیر باعث کاهش منابع آب با کیفیت مطلوب در دشت خوزستان شده است. همین امرناخواسته بهره‌برداری از منابع آب با کیفیت نامطلوب برای آبیاری گندم را افزایش داده است. از طرفی، یکی از عمده‌ترین محدودیت‌ها کاربرد آب‌های نامطلوب به منظور آبیاری، مسئله شوری آن‌ها است. گستره شوری معمولاً از چهار تا پنج دسی زیمنس بر متر فراتر رفته و در برخی فصول گرم سال به ۲۰ دسی زیمنس بر متر هم می‌رسد (٤، ٥). از سوی دیگر، در نظر گرفتن مدیریت آبیاری خاص در چنین شرایطی و قائل شدن تفاوت با شرایط غیر شور از اهمیت زیادی برخوردار است که متأسفانه در حال حاضر کشاورزان چنین تمایزی را اعمال نمی‌کنند. در واقع، دور آبیاری زراعت گندم در اراضی شور و غیر شور یکسان گرفته می‌شود. پر واضح است که وقتی گیاه تحت تاثیر دو تنش شوری و آبی قرار گیرد، کاهش عملکرد تشدید خواهد شد. به عبارتی دیگر در اغلب موارد در مزارع گندم جنوب استان خوزستان مشاهده شده است که دفعات آبیاری در خاک‌های شور با غیر شور یکسان می‌باشد. در مواردی، این مسئله به دلیل مسائل کمبود آب و یا موارد مشابه نمی‌باشد، بلکه دلیل اصلی آن عدم آگاهی کشاورزان و بهره‌برداران از تفاوت مدیریت آبیاری بین آن‌ها می‌باشد.

مطالعات پیشین (۲) در یک تحقیق سه ساله در مورد اثر دور آبیاری بر عملکرد گندم و اجزاء آن در شرایط خاک غیر شور، تیمار ۳۰٪ آب قابل دسترس را به عنوان دور آبیاری در اراضی غیر شور معرفی نمود. این در حالی است که، در مطالعه دیگر (٤) همین آزمایش را (از نظر محل و نوع تیمارها) به مدت سه سال اما در یک خاک شور (با میانگین شوری اولیه ۲۱ دسی زیمنس بر متر) تکرار کرده و گزارش نمود که در شرایط اقلیم و خاک یکسان دور آبیاری بر اساس ۷۰٪ آب قابل دسترس گیاه، از نظر افزایش عملکرد و کنترل شوری خاک بهترین دور آبیاری بود. کاردن و همکاران (٦) نیز گزارش نمودند که در شرایط خاک شور هرچه دور آبیاری کوتاه تر گردد به علت کاهش غلظت نمک در محلول خاک محیط ریشه که بر اثر آبشویی بیش‌تر خاک حاصل می‌شود، اثرات نامطلوب شوری بر گیاه کم‌تر می‌گردد. بنابراین با توجه به این نکته که از ویژگی‌های مهم اراضی جنوبی دشت خوزستان، سطح ایستابی بالا، عدم وجود زهکشی کافی، بافت سنگین خاک و درجه حرارت و تبخیر بالا می‌باشد. و بی شک، دور و عمق آبیاری در اراضی با زهکش ضعیف با اراضی بدون مشکل (با شرایط زهکشی مناسب) یکسان نخواهد بود. از طرف دیگر این اراضی، با وجود آب آبیاری با کیفیت نامطلوب (اغلب شور) مواجه می‌باشند. در نتیجه پرواضح است که در شرایط سطح ایستابی بالا و هم‌چنین شوری آب آبیاری، جهت جلوگیری از کاهش شدید عملکرد محصول، مدیریت ویژه آبیاری را می‌طلبد. با توجه به مشکلات مذکور این تحقیق با هدف تعیین مناسب‌ترین رژیم آبیاری گندم بر اساس کاهش رطوبت خاک در شرایط شوری‌های مختلف در استان خوزستان صورت گرفت.

معرفی دستاورد

جهت تعیین حدود تخلیه مجاز رطوبت خاک در شوری‌های مختلف به منظور کاهش احتمال بروز تنش رطوبتی به محصول گندم، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی درسه فصل زراعی گندم در ایستگاه تحقیقاتی شاوور خوزستان واقع در۶۰ کیلومتری شمال شهرستان اهواز با موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه عرض شمالی و۴۸ درجه و۲۷ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۳۲ متر از سطح دریا اجرا شد. میانگین میزان بارندگی حدود ۲۰۰ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالیانه منطقه بیش از۲۲ درجه سانتی گراد است (۳). در این تحقیق دو فاکتور دور آبیاری بر اساس درصد کاهش رطوبت خاک از حد ظرفیت زراعی(شامل سه سطح۷۰٪ ، ۵۰٪ و۳۰٪ آب قابل دسترس گیاه در محدوده ظرفیت زراعی تا نقطه پژمردگی) و سطوح شوری آب آبیاری (کم‌تر از ۲ ، ۵- ۳ و ۸- ۶ دسی زیمنس برمتر) مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در مزرعه‌ای با شوری خاک پایه (قبل از شروع آزمایش) ۲/۷ دسی زیمنس بر متر (جدول ۱) و در سه تکرار با فاصله سه متر از یکدیگر اجرا شد. در هر تکرار ۹ کرت کوچک به ابعاد ۱/۲× ۲/۵ متر (۳ متر مربع) وجود داشت. علت انتخاب ابعاد کوچک برای کرت ها، همبستگی هر چه بیش‌تر شوری خاک در هر کرت و امکان کنترل شوری در سطوح مورد نظر می‌باشد. از طرفی با این اقدام مشکل عدم تسطیح زمین که سهم عمده‌ای در غیر یکنواختی شوری خاک سطحی دارد، نیز به حداقل می‌رسد. در تمام تیمارها، با توجه به آزمون خاک و توصیه کودی، کودهای ماکرو و میکرو به صورت مصرف خاکی قبل ازکشت (بجز سرک نیتروژن) استفاده گردیدند (جدول ۱). در مهر و آبان هر سال عملیات تهیه زمین انجام و در آذر ماه کاشت، اولین آبیاری و در اوایل اردیبهشت نیز برداشت محصول انجام می‌گرفت. بذر مورد کاشت رقم کویر با تراکم کاشت ۱۲۰ تا ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار بود. در دوره داشت، جهت مبارزه با علف‌های هرز از توصیه بخش آفات و بیماری‌ها استفاده گردید. هم‌چنین آب شور از برکه منطقه دارخوین (منشعب از تالاب شادگان) قبل از شروع آزمایش جمع‌آوری و در بشکه‌های ۲۰ لیتری نگهداری و به ایستگاه شاوور انتقال داده شد. جهت تهیه شوری آب تیمار سه (سطح شوری ۸-۶ دسی زیمنس برمتر)، از اختلاط آب زهکش روباز ایستگاه شاوور و آب بسیار شور استفاده شد. اطلاعات مربوط به کیفیت منابع آب مورد استفاده شده جهت انجام تحقیق حاضر در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

شوری	اسیدیته	نسبت جذب سدیم	رطوبت قابل دسترس	رطوبت در نقطه FC	رطوبت در نقطه PWP	وزن مخصوص ظاهری	رس	سیلت	شن	بافت
(دسی زیمنس برمتر)				(٪)		(گرم بر سانتیمتر مکعب)		٪		
۲/۷	۷/۹	٦/۱	۱۲	۲۵	۱۳	۱/٤٥	۳۸	٤۸	۱٤	لوم رس سیلتی

جدول ۲. کیفیت منابع آب مورد استفاده در دوره داشت گندم برای سه سال آزمایش*

دوره زمانی	نوع آب	شوری (دسی زیمنس برمتر)			اسیدیته			نسبت جذب
		حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	سدیم
سال اول	کانال آبیاری	۰/۸	۱/۱	۱/۰	٦/۹	۸/٤	۷/۷	۱/۸
	زهکش	۳/۲	٤/٥	٤/۰	٦/۷	۷/۷	۷/۳	۳/٤
	برکه شور		۱۳۰/۷			٦/۷		٤٤/۸
سال دوم	کانال آبیاری	۱/۰	۱/۳	۱/۱	۷/۰	۷/۹	۷/٥	۱/٥
	زهکش	۳/٤	٤/۰	۳/۷	۷/۱	۸/۰	۷/٥	۱/۱
	برکه شور		٤۰/۰			۸/۰		۳٤/۰
سال سوم	کانال آبیاری	۱/۲	۱/۷	۱/٥	۷/٥	۷/۷	۷/٦	۱/۸
	زهکش	۳/٥	٦/۱	٤/۸	۷/۱	۷/۹	۷/٥	۲/٤
	برکه شور		۹۲/۰			۸/۰		٤۸/۰

* نمونه گیری از برکه آب شور، یک بار و در مهر ماه هر سال (قبل از شروع آزمایش) انجام گرفته است.

(۱) (۲) (۳)

شکل ۱ :نمایی از مراحل آماده سازی و اجرای پروژه

بررسی اثر تیمارهای دور آبیاری، شوری آب و هم‌چنین اثرات تداخلی آن‌ها بر صفات آزمایش در طول سه سال تحقیق، نشان داد که **اثر دور آبیاری** بر عملکرد دانه گندم معنی‌دار نبوده است، افزایش دور آبیاری تا حد ۳۰٪ آب قابل دسترس نسبت به دورهای ۵۰٪ و ۷۰٪ در شرایط اقلیم و خاک غیر شور جنوب استان خوزستان تغییر معنی‌داری در عملکرد ایجاد نخواهد کرد.

طول سنبله، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در متر مربع از اجزاء عملکرد بودند که تحت تاثیر دور آبیاری قرار نگرفته و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نشان نداده‌اند. اما اثر دور آبیاری بر وزن هزار دانه و ارتفاع گیاه معنی‌دار بوده است. تاثیر کاهش دور آبیاری (افزایش دفعات آبیاری) بیش‌تر بر رشد رویشی گیاه است. به‌طوری که دورهای آبیاری ۵۰ و ۷۰ درصد تاثیر معنی‌داری بر افزایش وزن هزار دانه نسبت به تیمار ۳۰ درصد داشته‌اند. اما در مورد ارتفاع گیاه نتیجه عکس بوده و دورهای ۳۰ و ۵۰ درصد بیش‌ترین تاثیر را داشته‌اند.

اثر تیمارهای دور آبیاری بر شوری خاک معنی‌دار نبوده اما بر اسیدیته خاک اثر معنی‌داری گذاشته‌اند. از آن‌جایی که خاک محل آزمایش شور نبوده (جدول ۳) و تنها منبع شوری، شوری آب آبیاری بوده است، دور از انتظار نخواهد بود که دور آبیاری به تنهایی (بدون در نظر گرفتن شوری آب) بر تغییر میزان املاح خاک غیر شور تاثیر معنی‌داری نداشته باشد. از طرفی اگرچه اختلاف بین اثر دور آبیاری بر اسیدیته خاک معنی‌دار بوده است (۷/۷۹ با دور ۷۰ درصد و ۷/۷۲ با دور ۵۰ درصد)، اما با توجه به خاصیت بافری خاک، مقدار تغییرات بسیار ناچیز است (حدود ۰/۰۷ واحد).

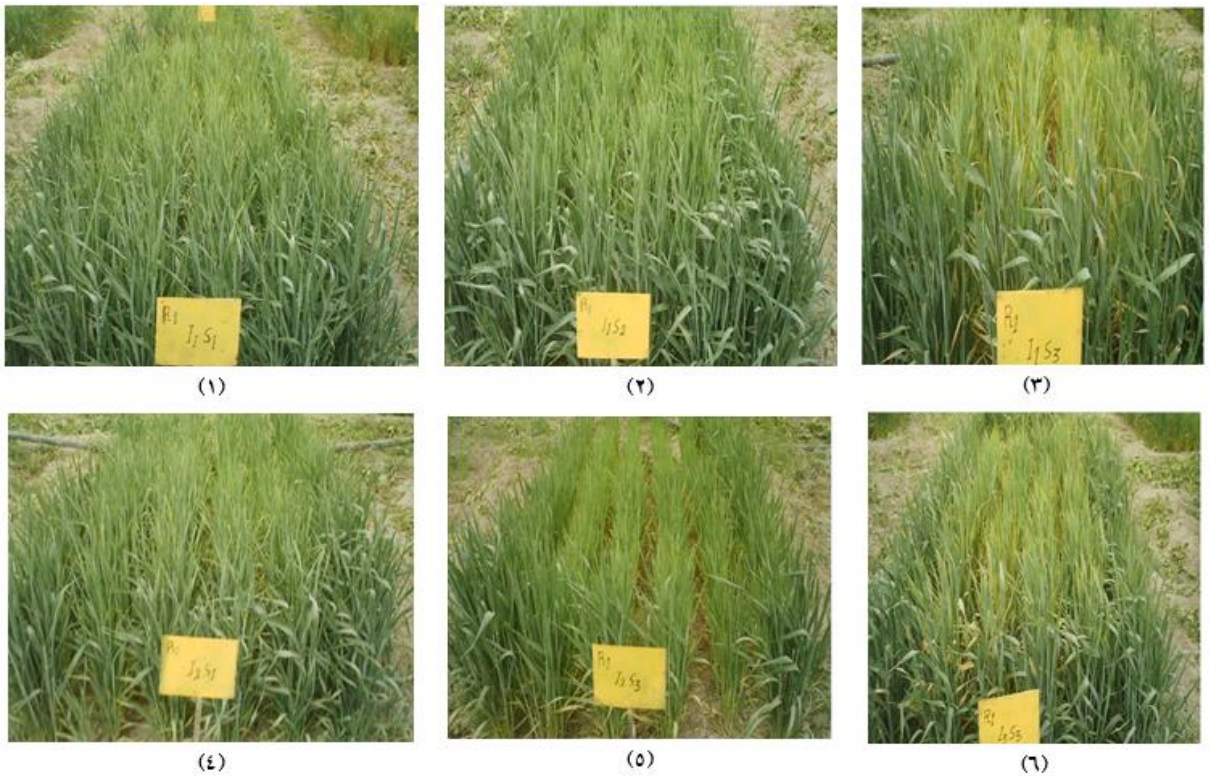
جدول ۳. مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده برای اثر دور آبیاری

دور آبیاری (درصد آب قابل دسترس)	عملکرد دانه (kg/ha)	وزن هزار دانه (g)	تعداد سنبله در متر مربع	ارتفاع بوته (cm)	طول سنبله (cm)	تعداد دانه در سنبله	شوری خاک (dS/m)	اسیدیته خاک
(I۱) ۷۰٪	۳۹۲۸b	۳۸/۷b	۶۳۶/۰b	۸۳/۶a	۶/۷a	۲۲/۶a	۵/۰a	۷/۷۶ab
(I۲) ۵۰٪	۳۵۷۶b	۴۱/۳b	۶۵۲/۰b	۸۳/۷a	۶/۵a	۲۰/۱a	۵/۱a	۷/۷۲b
(I۳) ۳۰٪	۳۶۹۳b	۴۱/۶b	۶۵۶/۷b	۸۰/۹b	۶/۷a	۲۱/۸a	۴/۴a	۷/۷۹a

بررسی اثر شوری آب بر صفات مورد بررسی نیز نشان داد که بیش‌ترین عملکرد به طور مشترک در تیمارهای اول (شوری کمتر از ۲ دسی زیمنس برمتر) و دوم (شوری بین ۳ تا ۵ دسی زیمنس برمتر) به ترتیب ۴۰۴۱ و ۳۸۹۷ کیلوگرم در هکتار بدست آمده است و به طور کلی این نتایج (جدول ٤) نشان می‌دهد که آبیاری گندم با آب شور تا حد ۵ دسی زیمنس برمتر کاهش معنی‌داری بر عملکرد دانه نخواهد گذاشت، اما بیش‌تر از آن، کاهش عملکرد معنی‌دار خواهد بود. اثر شوری آب بر وزن هزار دانه و سایر اجزاء عملکرد اختلاف معنی‌داری نداشته است (جدول ٤) . در خصوص وزن هزار دانه نتایج نشان می‌دهد که افزایش شوری آب تا حد ۸-٦ دسی زیمنس بر متر مقدار وزن هزار دانه را کاهش داده، اما اثر معنی داری نداشته است.

جدول ٤. مقایسه میانگین عملکرد محصول و اجزا آن برای اثرشوری آب آبیاری

سطح شوری آب (dS/m)	عملکرد دانه (kg/ha)	وزن هزار دانه (g)	تعداد سنبله در متر مربع	ارتفاع بوته (cm)	طول سنبله (cm)	تعداد دانه در سنبله	شوری خاک (dS/m)	اسیدیته خاک
کمتراز ۲ (S۱)	٤٠٤١ a	٤٠/٧ a	٦٥٩/٦ a	٨١/٩ a	٦/٥ a	٢١/٦ a	٣/٧ b	٧/٧٨ a
۵-۳ (S۲)	٣٨٩٧ a	٤١/٧ a	٦٥٢/٩ a	٨٣/٧ a	٦/٨ a	٢٢/٥ a	٤/١b	٧/٧٧ b
٨-٦ (S۳)	٣٢٥٨ b	٣٩/٣ a	٦٣٢/٢ a	٨٢/٦ a	٦/٦ a	٢٠/٤ a	٦/٧ a	٧/٧٢ b



شکل ۲ :نمایی از اثرات تیمارهای مختلف اعمال شده در پروژه اجرا شده

نتایج نهایی نشان داد که شوری خاک و اسیدیته تحت تاثیر شوری آب بوده به طوری‌که اختلاف معنی‌دار بین تیمارها ایجاد شده است (جدول ٤). کم‌ترین میزان شوری خاک به تیمار اول (۳/۷ دسی زیمنس برمتر) و بیش‌ترین آن به تیمار سوم (٦/۷ دسی زیمنس برمتر) اختصاص داشته است. در واقع، تقریبا با چهار برابر شدن شوری آب (اختلاف دو تیمار اول و سوم)، شوری خاک نیز حدود دو (۱/۸) برابر شده است. بر اساس نتایج جدول اسیدیته خاک نیز تحت تاثیر تغییرات شوری آب بوده است.

با افزایش شوری آب، اسیدیته خاک کاهش یافته است. هرچند، این تغییرات به علت خاصیت بافری خاک نامحسوس بوده است (حداکثر تغییرات ۰/۰٦). علت کاهش جزیی اسیدیته خاک با افزایش شوری آب را، باید در افزایش غلظت کاتیون‌های کلسیم و منیزیم در محلول خاک (تحت تاثیر شوری آب) و در نتیجه افزایش ترکیب آن‌ها با آنیون هیدروکسیل محلول خاک دانست. خنثی شدن آنیون هیدروکسیل باعث افزایش نسبی غلظت یون هیدروژن آزاد و در نتیجه کاهش اسیدیته خاک می‌شود.

بررسی نتایج نشان می‌دهد که اثرات تداخلی دور آبیاری و شوری آب بر وزن هزار دانه، ارتفاع گیاه، تعداد سنبله در متر مربع معنی‌دار بوده ولی بر سایر صفات اثر معنی‌داری نداشته است. هم‌چنین مطابق با نتایج بدست آمده اثرات تداخلی دور آبیاری و شوری آب بر شوری خاک معنی‌دار بوده و بیش‌ترین سطح شوری خاک در تیمار I_1S_3 ایجاد شده است (٦/۹ دسی زیمنس برمتر) و کمترین شوری خاک نیز در تیمار I_3S_1 مشاهده شده است.

(۱) (۲) (۳)

شکل ۳. مراحل برداشت تیمارهای مختلف پروژه گندم در اراضی مورد مطالعه

توصیه ترویجی

بر اساس این نتایج می‌توان بیان نمود که:

- ✓ **۱**- با افزایش دور آبیاری تا حد ۵۰٪ و شوری آب تا حد ۵ دسی زیمنس برمتر، بیش‌ترین وزن هزار دانه حاصل می‌گردد. لذا، با افزایش توام دفعات آبیاری و شوری آب وزن هزار دانه به طور معنی‌دار کاهش می‌یابد.
- ✓ **۲**- ارتفاع بوته گندم کمتر تحت تاثیر شوری آب و بیش‌تر متاثر از دور آبیاری است. به طوری که، هر چه دور آبیاری طولانی‌تر (٪۳۰ آب قابل دسترس) شود، بوته کوتاه‌تر می‌ماند.
- ✓ **۳**- تعداد سنبله گندم در متر مربع، در دورهای کوتاه آبیاری (و با هر سطح شوری آب)، کاهش معنی‌داری پیدا می‌کند.

لذا از نتایج بدست آمده، نکات زیر قابل استنتاج است:

الف. به عنوان قوانین کلی، در یک دور آبیاری ثابت، هرچه شوری آب بیش‌تر شود، خاک شورتر خواهد شد.

ب. با هر دور آبیاری استفاده از آبی با شوری ۸-٦ دسی زیمنس بر متر جایز نمی‌باشد. زیرا، با اعمال هر سه تیمار I_1S_3، I_2S_3 و I_3S_3، شوری خاک ایجاد شده (به ترتیب ٦/۹، ٦/۷ و ٦/٤ دسی زیمنس بر متر) بیش‌تر از آستانه تحمل به شوری گندم (٦/۰ دسی زیمنس بر متر) شده است.

ج. هر چه دور آبیاری کوتاه‌تر گردد لازم است از آبی با شوری کم‌تر (حداکثر ۵ دسی زیمنس برمتر) استفاده گردد. این یافته، اهمیت توجه به تفاوت بین دو منبع آب و خاک شور را نشان می‌دهد. بدین معنی که اگر تنها منبع شوری، خاک باشد (شوری اولیه)، هرچه دور آبیاری کوتاه‌تر گردد، به دلیل ممانعت از پدیده برگشت شوری از عمق به سطح خاک، در طول دوره داشت از شوری خاک کاسته می‌گردد، اما اگر تنها منبع شوری، آب آبیاری باشد (شوری ثانویه)، هر چه دور آبیاری طولانی‌تر گردد به دلیل کاهش دفعات آبیاری، در مجموع املاح کم‌تری به خاک افزوده می‌گردد.

د. جهت کنترل شوری خاک در شرایط آبیاری با آب شور، لازم است از آبی با شوری حداکثر ۵ دسی زیمنس برمتر و با دور آبیاری ۵۰٪ یا بیش‌تر استفاده گردد. اسیدیته خاک نیز، تحت تاثیر اثرات توام دور آبیاری و شوری آب بوده که همانطور که قبلا اشاره گردید، این تغییرات بدلیل خاصیت بافری خاک ناچیز می‌باشد.

لذا با توجه به نتایج بدست آمده توصیه می‌شود در شرایط کم آبی، با توجه به رعایت اصول کشاورزی پایدار، که در آن حفظ منابع ملی (خاک و آب) از اهمیتی هم تراز افزایش تولید برخوردار است، برای آبیاری مزارع گندم مناطق جنوبی استان خوزستان، دور مناسب آبیاری ۳۰٪ آب قابل دسترس (بدون ایجاد تنش رطوبتی) و شوری آب نیز در دامنه ۳ تا ۵ دسی زیمنس

بر متر (بدون اعمال تنش شوری) پیشنهاد می‌گردد. لذا، می‌توان از آب با شوری کمتر، جهت آبیاری محصولات حساس‌تر به شوری استفاده نموده و همچنین کارایی مصرف آب در استان را افزایش داد.

فهرست منابع

۱- آزادی، ا.، بنی نعمه، ج.، سید جلالی، س.ع. (۱٤۰۰). ارزیابی تناسب سرزمین برای کشت گندم در برخی خاک های شور جنوب استان خوزستان .پژوهش های خاک. ۳۵(۳): ۲۳٤-۲۱۷.

۲- سلیمان نژاد، مرتضی. (۱۳۷۷). بررسی مدیریت مناسب آبیاری گندم درجنوب خوزستان. اهواز: مرکزتحقیقات کشاورزی خوزستان. گزارش نهایی شماره۷۷/٦۰۳.

۳- طاهرزاده، م.ح. (۱۳٦۲). مطالعات خاکشناسی تفصیلی ایستگاه تحقیقات خاک وآب شاوور. تهران: مؤسسهٔ تحقیقات خاک وآب. نشریه فنی شمارهٔ٦۵۱.

٤- گوشه، م. (۱۳۸٦). تقویم آبیاری جهت تعیین آب مصرفی گندم و کنترل شوری در یک خاک شور ایستگاه تحقیقات کشاورزی اهواز. تهران: موسسه تحقیقات خاک و آب. گزارش نهایی شماره ۱۳۲۱.

۵- گوشه، م. و غالبی، س. (۱۳۹۱). مدیریت آبیاری گندم با استفاده از آب شور در اراضی جنوبی استان خوزستان .پژوهش آب در کشاورزی. پژوهش های خاک. ۲٦(۱): ٤۲-۲۹.

6. Cardon, G. E., Davis, J. G., Bauder, T. A., & Waskom, R. M. (2003). *Managing saline soils*. Fort Collins, CO, USA: Colorado State University Cooperative Extension.