



مجله علمی پژوهشی مهندسی خاک و آب

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و دوم، شماره سوم، ۱۳۹۴
<http://jopp.gau.ac.ir>

تأثیر مکش خاک و شوری آب بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه

پیمان افراسیاب^۱، معصومه دلبری^{۱*}، رسول اسدی^۲ و احسان محمدی^۲

^۱دانشیار بخش مهندسی آب، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل،

^۲دانشجوی دکتری بخش مهندسی آب، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱/۱۸

چکیده

هدف: کمبود آب و شوری آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک، دو عامل محدود کننده تولیدات کشاورزی می‌باشند. توجه به بهبود و اصلاح انواع روش‌های آبیاری سطحی و نیز مکانیزه کردن این روش‌ها برای افزایش کارایی آبیاری و بالا بردن یکنواختی توزیع آب در سطح مزرعه، از اهمیت خاصی برخوردار است. از طرف دیگر سطح زیرکشت پنبه در استان کرمان غالباً منحصر به منطقه ارزوئیه می‌باشد که با مساحتی حدود ۲۵۰۰ هکتار، قابلیت تولید حدود ۲/۵ تن وش پنبه در هکتار را داراست، لذا به دلیل کمبود منابع آب با کیفیت مناسب در استان کرمان، هدف تحقیق حاضر، بررسی تأثیر توأم کم‌آبیاری و شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه می‌باشد.

مواد و روش: در این تحقیق به منظور بررسی تأثیر شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در شرایط اعمال سطوح مختلف پتانسیل ماتریک خاک در منطقه ارزوئیه استان کرمان، آزمایشی با استفاده از روش آبیاری شیبی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو سال زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ اجرا گردید. این آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی که دارای چهار سطح پتانسیلی ($I_1=45$, $I_2=55$, $I_3=65$ و $I_4=75$ کیلو پاسکال جهت شروع آبیاری) به عنوان عامل اصلی و سه سطح شوری آب ($EC_1=1/5$, $EC_2=4/5$ و $EC_3=7/5$ دسی‌زیمنس بر متر) به عنوان عامل فرعی بود، در سه تکرار اجرا گردید.

*مسئول مکاتبه: rakh_802@yahoo.com

یافته‌ها: نتایج حاصل از بررسی عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در شرایط اعمال توأم کم‌آبیاری و شوری تحت روش آبیاری شیاری نشان داد که صرفه‌جویی ۱۱۵۰ مترمکعبی آب (۱۱/۷ درصد) بین نقاط پتانسیلی ۴۵ و ۵۵ کیلو پاسکال جهت شروع آبیاری، در شرایطی باعث کاهش ۷/۳ درصدی عملکرد محصول، ۷/۷ درصدی تعداد غوزه در بوته و ۱۱/۴ درصدی ارتفاع بوته و وزن غوزه شده که افزایش ۴/۸ درصدی کارایی مصرف آب، را در پی داشته است. همچنین اعمال سطح شوری ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با سطح شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر در کشت پنبه سبب کاهش ۸/۶ درصدی عملکرد و کارایی مصرف آب، ۴/۲ درصدی وزن غوزه و ۸/۴ درصدی تعداد غوزه در بوته شد اما از لحاظ آماری تمامی صفات مذکور در هر دو تیمار مورد بررسی در یک گروه آماری قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج به دست آمده، می‌توان نتیجه گرفت که افزایش کارایی آبیاری در سیستم آبیاری شیاری در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور می‌تواند نقش به‌سزایی در صرفه‌جویی مصرف آب و کاهش هزینه‌های انرژی داشته باشد. همچنین با توجه به روند افزایش شوری منابع آب، اعمال نقطه پتانسیلی ۵۵ کیلو پاسکال در شرایط استفاده از آب با شوری ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر می‌تواند در افزایش عملکرد، کارایی مصرف آب و سطح زیرکشت پنبه نقش مؤثری داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری شیاری، مکش خاک، تنش شوری، کارایی مصرف آب

مقدمه

با توجه به محدودیت منابع آب و روند رو به رشد شوری آن که کاهش کیفیت منابع آب و در نتیجه کاهش تولید را در پی دارد، کم‌آب‌یاری و استفاده از آب‌های شور می‌تواند از راهبردهای مدیریتی در جهت استفاده کارآمد در شرایط خشکسالی و بحران آب محسوب شود (۱۴). به‌عبارت دیگر اعمال این‌گونه مدیریت‌ها در طول دوره رشد گیاه، می‌تواند شیوه مناسبی در جهت مبارزه با کاهش کمیت و کیفیت منابع آب باشد. این در حالی است که انجام آبیاری نه تنها بستگی به مرحله رشد و میزان مصرف گیاه دارد بلکه وابسته به میزان آب در دسترس و کیفیت آن نیز می‌باشد (۲۴)، لذا با توجه به این‌که در بیشتر کشورها آب متعارف به‌طور نسبی کمیاب است و از طرف دیگر منابع قابل توجهی از آب‌های شور در سرتاسر دنیا وجود دارد، در صورت مدیریت صحیح آب و خاک و دقت در برنامه‌ریزی و تنظیم آب آبیاری، می‌توان از این نوع آب حداکثر استفاده را کرد (۱۵). از طرف دیگر، مدیریت مناسب مراحل مختلف کاشت و داشت محصول شامل بسترسازی، وضعیت قرار گرفتن بذر در خاک، مدیریت آبیاری، آبشویی و سایر جنبه‌های مدیریت زراعی نیز در کاهش اثرات شوری بر تولید و به حداقل رساندن شدت تنش شوری در گیاه برای دست‌یابی به عملکرد اقتصادی و تولید پایدار در شرایط تنش شوری ضروری است (۲۱).

بررسی آستانه تحمل شوری آب و خاک برای گیاهان مختلف و همچنین نرخ متفاوت کاهش عملکرد به ازاء هر واحد افزایش شوری نسبت به آستانه تحمل، نشان می‌دهد که گیاهان راهبردهای متفاوتی برای تحمل شوری دارند (۶). در این راستا حد آستانه تحمل شوری عصاره اشباع برای گیاه پنبه ۷/۷ دسی‌زیمنس بر متر و درصد کاهش محصول به ازای هر واحد افزایش شوری ۵/۲ تخمین زده شد (۱۶). بررسی‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که پنبه نسبت به شوری در مراحل اولیه رشد و گل‌دهی در مقایسه با سایر مراحل رشد حساس‌تر است (۵). در تحقیقی گزارش گردید که رشد گیاه پنبه تحت تأثیر غلظت زیاد شوری از طریق تنش اسمزی، عدم تعادل تغذیه‌ای و سمیت یون‌ها محدود می‌شود (۱۶). همچنین در پژوهشی دیگر محققین به‌این نتیجه دست یافتند که در تنش شوری، رشد رویشی و زایشی پنبه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. به‌طوری‌که با شور شدن آب آبیاری، وزن غوزه و تعداد غوزه در بوته به‌شدت کاهش نشان می‌دهد و دوره گل‌دهی کوتاه‌تر می‌گردد (۳).

امروزه کاهش منابع آب موجود و افزایش بهاء آن، کشاورزان را به سمت استفاده بهینه از آب سوق داده است. تنش خشکی یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که باعث افزایش کارایی مصرف آب و همچنین افزایش بازده استفاده از اراضی در مناطق خشک و نیمه‌خشک شده است (۲).

کم آبیاری، یک راهبرد بهینه برای تولید محصولات کشاورزی در شرایط کمبود آب می‌باشد؛ که از طریق حذف آبیاری‌های با تأثیر کمتر و کاهش میزان حجم آبیاری در هر نوبت آبیاری بدون اثر منفی بر سود خالص، باعث افزایش کارایی مصرف آب می‌شود (۸). بررسی‌های صورت گرفته در خصوص اعمال کم آبیاری نشان می‌دهد که کم آبیاری به‌عنوان یک روش فنی و اقتصادی، برای سامان بخشیدن به روابط آب مصرفی و عملکرد محصول مطرح می‌باشد؛ به‌طوری که در این روش به‌زراعی در شرایط کمبود آب، آگاهانه به گیاه اجازه داده می‌شود با دریافت آب کم‌تر از نیاز، محصول خود را تا اندازه‌ای کاهش دهد که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد (۲). در این خصوص قربانی و هزارجریبی (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای تحت عنوان واکنش پنبه به کم آبیاری، چهار درصد نیاز آبی را در ۷ مرحله از رشد گیاه اعمال نمودند. نتایج نشان داد که حساس‌ترین مرحله رشد پنبه به تنش آبی، مرحله گلدهی می‌باشد. همچنین مقایسه اعمال ۷۰ درصد نیاز آبی و تأمین نیاز کامل آبی گیاه نشان داد که در تیمار تأمین ۷۰ درصد نیاز آبی علی‌رغم صرفه‌جویی ۱۸/۴ درصدی در میزان آب مصرفی، کارایی مصرف آب ۱۶/۷ درصد افزایش یافت اما تنها کاهش ۴/۷ درصدی عملکرد محصول را در پی داشت (۸).

از طرف دیگر، از آنجا که آبیاری سطحی یکی از متداول‌ترین روش‌های آبیاری است لذا به دلیل ارزانی، سادگی و عدم نیاز به فن‌آوری بالا در بین زارعین کاربرد وسیعی دارد (۲۰). همچنین با توجه به روند افزایش هزینه‌های سرمایه‌ای سیستم‌های آبیاری تحت فشار و هزینه انرژی، امروزه در کشورهای صنعتی به‌منظور کاهش این هزینه‌ها اقدامات مؤثری در بالا بردن کارایی و خودکار کردن روش‌های آبیاری سطحی به‌عمل آمده است (۱۷). این در حالی است که عدم داشتن اطلاعات کافی بهره‌برداران از میزان دقیق آب موردنیاز گیاه، کاربرد این سیستم آبیاری را در زمینه مدیریت آبیاری با نارسایی‌هایی روبرو کرده که با تنظیم برنامه آبیاری می‌توان زمان مناسب و مقدار آب موردنیاز گیاه را مشخص کرد. تنظیم برنامه آبیاری از طریق کنترل وضعیت آب موجود در خاک توسط مکش سنج یا تانسومتر، میسر است (۲۳).

در استان کرمان با متوسط بارندگی و تبخیر به‌ترتیب ۱۴۵ و ۱۷۰۰ میلی‌متر در سال، به‌رغم توسعه انواع روش‌های تحت فشار در دهه‌های اخیر، بیش از ۹۴ درصد اراضی به روش سطحی آبیاری می‌گردند. این در حالی است که ۹۸ درصد منابع آب استان که عمده آن در بخش کشاورزی مصرف می‌شود، از آب‌های زیرزمینی تأمین شده و حدود ۸۰۰ میلیون مترمکعب بیش از توان سفره‌ها است. لذا توجه به بهبود و اصلاح انواع روش‌های آبیاری سطحی و نیز مکانیزه کردن این روش‌ها برای افزایش کارایی آبیاری و بالا بردن یکنواختی توزیع آب در سطح مزرعه، از اهمیت خاصی برخوردار

است. از طرف دیگر سطح زیرکشت پنبه در استان کرمان غالباً منحصر به منطقه ارزوئیه می‌باشد که با مساحتی حدود ۲۵۰۰ هکتار، قابلیت تولید حدود ۲/۵ تن وش پنبه در هکتار را داراست (۲)، لذا به دلیل کمبود منابع آب با کیفیت مناسب در استان کرمان، هدف تحقیق حاضر، بررسی تأثیر توأم کم‌آبیاری و شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه می‌باشد.

مواد و روش

به منظور بررسی تأثیر شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در شرایط اعمال سطوح مختلف مکش خاک، آزمایشی در زمینی به ابعاد ۵۱×۲۲ متر به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا در آمد. این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی شهرستان ارزوئیه استان کرمان طی دو سال زراعی ۹۱ و ۹۲ اجرا گردید. منطقه ارزوئیه در ۲۷۰ کیلومتری جنوب‌غربی شهر کرمان و در محدوده جغرافیایی ۲۸ درجه و ۱۹ ثانیه تا ۲۸ درجه و ۳۸ ثانیه عرض شمالی ۵۷ درجه و ۷ ثانیه تا ۵۹ درجه و ۳۲ ثانیه طول شرقی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۰۴۴ متر می‌باشد. اقلیم منطقه نیمه‌بیابانی خفیف بوده و در زمره نواحی گرم محسوب می‌شود. میانگین بارندگی در این منطقه در حدود ۷۰ میلی‌متر در سال می‌باشد (۲). در این آزمایش تیمارها شامل چهار سطح پتانسیلی (۴۵=I_۱، ۵۵=I_۲، ۶۵=I_۳ و ۷۵=I_۴ کیلو پاسکال جهت شروع آبیاری) به عنوان عامل اصلی و سه سطح شوری آب آبیاری (EC_۱= ۱/۵، EC_۲= ۴/۵ و EC_۳= ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر) به عنوان عامل فرعی بودند. تیمارهای اصلی در کرت‌هایی به عرض ۹ متر و طول ۶ متر (شامل ۱۲ ردیف کشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر از یکدیگر) قرار گرفتند همچنین با توجه به کشت غالب منطقه، در این آزمایش بذر رقم ورامین مورد استفاده قرار گرفت.

در این تحقیق برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد مطالعه، قبل از کاشت از اعماق مختلف خاک نمونه‌برداری انجام گردید که در جدول ۱، تجزیه این خصوصیات آمده است. برای تأمین آب مورد نیاز از سه حلقه چاه آب با شوری مختلف استفاده شد. نتایج تجزیه شیمیایی آب سه حلقه چاه فوق‌الذکر در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به این‌که منابع تأمین آب به جزء منبع شماره ۱، در فاصله زیادی نسبت به مزرعه قرار داشتند، لذا برای تجهیز سیستم آبیاری به گونه‌ای که بتوان سطوح مختلف شوری آب آبیاری را در کرت‌های آزمایشی اعمال کرد، ابتدا دو مخزن فلزی در فاصله ۲۰۰ متری مزرعه مورد آزمایش قرار داده شد، سپس آب از منابع مورد نظر (منابع ۲ و ۳) به داخل مخزن‌ها انتقال داده شد و برحسب نیاز هر تیمار مورد استفاده قرار گرفت. همچنین بر طبق

توصیه کودی آزمایشگاه خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، در این تحقیق ۱۱۰ کیلوگرم اوره، ۴۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۲۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار، برای تمامی تیمارها به مقدار یکسان استفاده گردید که تمامی کود فسفات و یک سوم کود نیتروژن در زمان کشت و مابقی کود نیتروژن و پتاسیم در مرحله ۵ برگه شدن پنبه استفاده شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام تحقیق.

Table 1. Physiochemical and chemical properties of the studied soil.

عمق (سانتی متر) Depth (cm)	درصد ذرات تشکیل دهنده Percentages of ingredients			بافت خاک Soil texture	درصد رطوبت وزنی در نقطه پژمردگی Moisture of PWP	درصد رطوبت وزنی در نقطه ظرفیت زراعی Moisture of Fc	چگالی ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب) Bulk density (gr.cm ⁻³)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) pH Ec (ds.m ⁻¹)
	رس Clay	سیلت Silt	شن Sand					
0-30	34.2	41.5	24.3	Clay Loam	18.5	36.2	1.47	6.9
30-60	33.8	50.7	15.5	Silty Clay Loam	17.1	32.6	1.43	7.2
60-90	32.9	49.9	17.2	Silty Clay Loam	19.6	34.5	1.41	7.6

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی سه حلقه چاه آب مورد استفاده.

Table 2. Chemical properties of the studied water.

شماره چاه Number of wells	آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول (میلی گرم در لیتر) Soluble cations and anions (mg.L ⁻¹)										
	EC (dS/m)	pH	SAR	پتاسیم K	کلر Cl	کلسیم Ca	منیزیم Mg	سدیم Na	کربنات CO ₃	بی‌کربنات HCO ₃	سولفات SO ₄
1	1.5	8	7.32	0.09	6.9	2.16	1.65	10.1	0	3.1	4.2
2	4.5	7.8	8.48	0.15	16.9	13.3	4.6	25.4	0	7.9	18.6
3	7.5	7.74	9.2	0.37	36.2	21.5	9.4	36.1	0	9.3	21.9

در این تحقیق برای تعیین زمان آبیاری از تانسیموترهای فلزی استفاده شد. این تانسیموترها در سه عمق ۱۵، ۳۵ و ۷۰ سانتی متری خاک و در وسط هر کرت و در بین دو خط کشت نصب شدند و در طول فصل رشد ثابت بودند. از تانسیموتری که در عمق ۱۵ سانتی متری خاک نصب شده بود، برای قرائت در مرحله اولیه رشد و از تانسیموترهای نصب شده در اعماق ۳۵ و ۷۰ سانتی متری خاک، به ترتیب برای قرائت در مراحل میانی و پایانی رشد استفاده شد. برای انجام آبیاری در نقطه پتانسیلی مدنظر، تانسیموترها به طور کامل کنترل می شدند و زمانی که صفحه مدرج تانسیموتر نقطه پتانسیلی موردنظر را نشان می داد آبیاری انجام می شد. به منظور مشخص کردن حجم آبیاری از تانسیموتر و منحنی رطوبتی خاک استفاده شد، به طوری که رطوبت حجمی متناسب با نقاط پتانسیلی موردنظر را

به دست آورده و سپس رطوبت خاک در نقاط پتانسیلی ۴۵، ۵۵، ۶۵ و ۷۵ کیلو پاسکال برای شروع آبیاری به رطوبت در حد ظرفیت زراعی رسانده شد تا عمق آبیاری به دست آید:

$$d_i = d_r(\theta_{FC} - \theta_I)MAD \quad (۱) \text{ رابطه (۱)}$$

این رابطه d_i : نیاز آبیاری (mm)، d_r : عمق توسعه ریشه (mm)، θ_{FC} : رطوبت حجمی خاک در نقطه ظرفیت مزرعه (اعشار)، θ_I : رطوبت حجمی در نقاط پتانسیلی (اعشار) و MAD : حد مجاز تخلیه رطوبت از خاک است. حجم آبیاری از حاصلضرب عمق آبیاری در سطح کرت، بدست آمد. همچنین حجم آب آبیاری برای هر تیمار به وسیله کنتور حجمی اندازه گیری می گردید. لازم به ذکر است با توجه به این که روش آبیاری از نوع شیاری بود و کرت های مورد آزمایش تحت کنترل بودند، لذا کارایی آبیاری ۷۵ درصد فرض گردید. همچنین از آنجا که هیچ گونه اطلاعاتی در خصوص عمق ریشه پنبه در منطقه مورد مطالعه وجود نداشت، لذا عمق توسعه ریشه گیاه از روش نمونه برداری در مراحل مختلف رشد به دست آمد به طوری که عمق توسعه ریشه در مرحله اولیه، توسعه، میانی و نهایی رشد به ترتیب بین ۱۰ تا ۲۰، ۱۵ تا ۳۰، ۳۰ تا ۷۰ و ۶۵ تا ۱۰۰ سانتی متر متغیر بود.

با توجه به این که این آزمایش با هدف تأثیر توأم تنش خشکی و شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه انجام گردید، لذا نیاز آبتوی در سطوح مختلف شوری محاسبه نگردید لذا می توان چنین ادعان داشت که میزان آب مصرفی تیمارهای فرعی اعمال شده در هر تیمار اصلی یکسان در نظر گرفته شد، به طوری که میزان آب مصرفی در نقاط پتانسیلی ۴۵، ۵۵، ۶۵ و ۷۵ کیلو پاسکال به ترتیب ۹۸۰۰، ۸۶۵۰، ۷۵۰۰ و ۶۲۵۰ مترمکعب در هکتار بود.

عوامل اندازه گیری شده در این آزمایش عبارت بودند الف) عملکرد محصول که برای اندازه گیری آن در هر کرت از دو ردیف کشت شده وسط استفاده شد و دو ردیف کناری به عنوان حاشیه حذف شد، ب) کارایی مصرف آب که از تقسیم عملکرد محصول بر میزان آب مصرفی در هر هکتار به دست آمد و ج) اجزاء عملکرد که شامل تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه و ارتفاع بوته بود. داده های به دست آمده با نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون LSD (در سطح اعتماد ۹۹ درصد) انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای اعمال شده بر صفات مورد بررسی در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج حاکی از آن است که اثر تیمارهای سطوح پتانسیل و شوری بر تمامی صفات مورد بررسی

در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار می‌باشد و از بین اثر متقابل‌ها، اثر متقابل سطوح پتانسیل در سطوح شوری تنها بر صفت عملکرد غیر معنی‌دار و بر سایر صفات در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار است.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس.

Table 3. Results of variance analysis.

ارتفاع بوته Height of plant	وزن غوزه Bolls weight	تعداد غوزه در بوته Bolls per plant	کارایی مصرف آب Water use efficiency	عملکرد Yield	درجه آزادی Degrees of freedom	منبع تغییرات Source variations
0.019 ^{ns}	62.7 ^{ns}	19.5 ^{ns}	0.005 ^{ns}	1057429.5 ^{ns}	1	سال Year (Y)
3.08 ^{ns}	7.12 ^{ns}	0.7 ^{ns}	0.003 ^{ns}	6223.7 ^{ns}	6	سال × تکرار Y×Replication
0.13 ^{**}	945.91 ^{**}	37.49 ^{**}	0.68 ^{**}	2683266.37 ^{**}	3	سطوح پتانسیل A Suction level (A)
0.017 ^{ns}	2.39 ^{ns}	1.52 ^{ns}	0.0003 ^{ns}	49876.79 ^{ns}	3	اثر متقابل YA Y×A
0.002	0.62	0.5	0.0001	3578.5	18	خطا (E ₁)
0.133 ^{**}	573.99 ^{**}	20.79 ^{**}	0.031 ^{**}	4008713.59 ^{**}	2	سطوح شوری B Salinity level (B)
0.005 ^{ns}	2.97 ^{ns}	0.18 ^{ns}	0.0009 ^{ns}	23587.93 ^{ns}	2	اثر متقابل YB Y×B
0.585 ^{**}	4.86 ^{**}	0.47 ^{**}	0.0001 ^{**}	52985.04 ^{ns}	6	اثر متقابل AB A×B
1.715 ^{ns}	1.34 ^{ns}	0.24 ^{ns}	0.0002 ^{ns}	6598.98 ^{ns}	6	اثر متقابل YAB Y×A×B
0.886	1.7	0.57	0.000001	9367.38	48	خطا (E ₂)
1.84	2.9	2.51	2.95	2.82		% CV

** معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۹ درصد و ^{ns} عدم معنی‌داری.

دور آبیاری: در این تحقیق با توجه به این‌که طول دوره آزمایش (دوره رشد گیاه) ۱۶۵ روز و تیمارهای سطوح آبیاری بر اساس پتانسیل ماتریک خاک اعمال شده بودند، لذا دور آبیاری برای هر تیمار متفاوت بود. همان‌طور که در جدول ۴ مشخص است بیشترین فراوانی دور آبیاری برای تیمار سطح آبیاری ۴۵ کیلو پاسکال جهت شروع آبیاری، هر ۵ روز یک مرتبه بود. این در حالی است که در سطح آبیاری ۵۵ کیلو پاسکال جهت شروع آبیاری با این‌که دور آبیاری ۷ روز یک مرتبه دارای فراوانی ۷ بود، اما بیشترین فراوانی دور آبیاری برای این تیمار ۶ روز یک مرتبه بود. همچنین دور آبیاری ۸

پیمان افراسیاب و همکاران

روزه بیشترین دور آبیاری بود که در سطح آبیاری ۶۵ کیلو پاسکال جهت شروع آبیاری مشاهده گردید. بیشترین دور آبیاری ۱۰ روزه نیز در سطح آبیاری ۷۵ کیلو پاسکال جهت شروع آبیاری مشاهده گردید. این اختلاف در دوره‌های آبیاری با رشد گیاه نیز در ارتباط می‌باشد به طوری که با رسیدن به انتهای فصل رشد، با رشد ریشه و استفاده آن از آب موجود در اعماق خاک، اختلاف معنی‌داری در دوره‌های آبیاری در طول فصل رشد گیاه ایجاد می‌گردد (۴). در همین راستا اثر سه دور آبیاری ۲، ۴ و ۶ روز بر عملکرد پنبه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تیمار دور آبیاری ۴ روز در میان نسبت به تیمار دور آبیاری ۲ روز در میان از افزایش ۶/۳ درصدی عملکرد و ۷/۷ درصدی کارایی مصرف آب برخوردار است همچنین کارایی مصرف آب تیمار دور آبیاری ۶ روز در میان نسبت به تیمار دور آبیاری ۲ روز به میزان ۲ درصد افزایش یافت (۱۰).

جدول ۴- فراوانی دوره‌های آبیاری برای هر تیمار در طول دوره فصل رشد.

Table 4. The frequency of irrigation intervals for each treatment during the growing season.

دور آبیاری (روز)								سطوح پتانسیلی
Irrigation interval (days)								Suction level
3	4	5	6	7	8	9	10	
4	5	13	1					۴۵ کیلو پاسکال 45 Kpa
	1	6	8	7	1			۵۵ کیلو پاسکال 55 Kpa
			1	5	7	5		۶۵ کیلو پاسکال 65 Kpa
						6	9	۷۵ کیلو پاسکال 75 Kpa

اجزای عملکرد: در جدول ۵ مقایسه میانگین صفات ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه تحت تأثیر تیمارهای مختلف که توسط آزمون LSD به دست آمده است، نشان داده شده است. با توجه به این جدول می‌توان نتیجه گرفت وضعیت رطوبتی موجود در خاک تأثیر زیادی بر اجزای عملکرد گیاه می‌گذارد که این موضوع از جنبه گسترش ارتفاع بوته، سطح برگ گیاه، سطح فتوسنتز کننده و در نتیجه عملکرد محصول حائز اهمیت است. در این تحقیق ارتفاع بوته نقاط پتانسیلی ۵۵، ۶۵ و ۷۵ کیلو پاسکال نسبت به تیمار ۴۵ کیلو پاسکال به ترتیب ۱۱/۴، ۲۲/۲ و ۳۳/۱ درصد کمتر می‌باشد و از لحاظ آماری به ترتیب در گروه‌های (b)، (c) و (d) قرار گرفتند. به عبارت دیگر افزایش رطوبت، باعث افزایش قابل ملاحظه ارتفاع بوته می‌شود. گزارش‌های موجود نشان می‌دهند که هر چه میزان آب در خاک بیشتر باشد، میزان افزایش ارتفاع بوته بیشتر است (۱۹ و ۲۲). همچنین همان‌طور که در جدول ۳

نشان داده شد، صفات تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه، تحت تأثیر سطوح پتانسیلی معنی‌دار می‌باشند. مقایسه میانگین این دو صفت نشان می‌دهد که نقطه پتانسیلی ۴۵ کیلو پاسکال دارای بهترین جایگاه آماری می‌باشد و بعد از آن، نقاط پتانسیلی ۵۵، ۶۵ و ۷۵ کیلو پاسکال به ترتیب با اختلاف ۰٫۷/۷، ۲۴/۵ و ۳۳/۴ درصد در صفت تعداد غوزه در بوته و ۱/۴، ۲۳ و ۳۳/۳ درصد در صفت وزن غوزه نسبت به آن قرار گرفته‌اند (جدول ۵). سایر تحقیقات نشان می‌دهند که اجزای عملکرد پنبه (ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه)، تحت تأثیر حجم آب مصرفی، از اثر معنی‌داری برخوردار می‌باشند (۸؛ ۱۱؛ ۱۲ و ۱۸) که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد.

از آن‌جا که رشد گیاه دارای ارتباط نزدیکی با شوری آب خاک منطقه توسعه ریشه می‌باشد، لذا در شرایط شوری آب آبیاری، گیاه انرژی زیادی را صرف جذب آب و مواد غذایی می‌نماید (۵ و ۹). در این شرایط اجزای عملکرد گیاه تحت تأثیر شوری آب خاک قرار گرفته و به علت عدم تحمل تنش شوری، از کاهش شدیدی نسبت به شرایط متعارف برخوردار می‌باشند. لذا همان‌طور که در جدول ۵ مشخص است با افزایش شوری آب خاک از ۱/۵ به ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر، ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه به ترتیب ۱/۴، ۸/۴ و ۴/۲ درصد کاهش یافتند این در حالی است که با افزایش شوری آب خاک از ۱/۵ به ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر، این شاخص‌ها کاهش به ترتیب ۱۲/۲، ۲۷/۸ و ۱۳/۲ درصدی داشتند. این نتایج با نتایج به دست آمده از سایر مطالعات هم‌خوانی دارد (۷ و ۲۳).

مقایسه میانگین اثر متقابل عوامل اصلی و فرعی بر صفات مورد بررسی که توسط آزمون LSD انجام شد (جدول ۵)، نشان می‌دهد که اعمال تیمار ۴۵ کیلو پاسکال در سطح شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر در حالی که صفات ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه از بهترین جایگاه آماری برخوردار بود که به ترتیب تنها دارای اختلاف ۴/۶، ۷/۳ و ۴/۷۴ درصدی نسبت به اعمال تیمار ۴۵ کیلو پاسکال در سطح شوری ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. همچنین همان‌طور که در این جدول مشخص است با کاهش ۱۱/۷ درصدی آب مصرفی (از سطح آبیاری ۴۵ به ۵۵ کیلو پاسکال) و افزایش شوری از سطح شوری ۱/۵ به ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر صفات ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه به ترتیب دارای کاهش ۱۵/۲، ۱۳/۷ و ۱۵/۲ درصدی نسبت به بهترین تیمار انتخاب شده از لحاظ آماری می‌باشند و این تیمارها از لحاظ آماری به ترتیب در گروه‌های (d)، (c) و (c) قرار گرفتند این در حالی است که کاهش میزان صفات ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه اعمال تیمار ۶۵ کیلو پاسکال در سطح شوری ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به بهترین تیمار به ترتیب ۲۶/۳، ۳۰/۶ و ۲۷/۷ درصد می‌باشد. لذا می‌توان چنین نتیجه گرفت در صورت افزایش شوری آب (سه برابر حد معمول) و

اعمال کم آبیاری (۱۱۵۰ مترمکعب در هکتار) نسبت به شرایط بهینه، کاهش اجزای عملکرد چشم گیر نمی باشد و می تواند گزینه مناسبی برای استفاده در شرایط بحرانی باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه تحت تأثیر آستانه پتانسیل.

Table 5. Average comparison of cotton components under soils potential.

وزن غوزه (گرم) Bolls weight (gr)	تعداد غوزه در بوته Bolls per plant	ارتفاع بوته (سانتی متر) Height of plant (cm)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب) Water use efficiency (kg.m ⁻³)	تیمار Treatments
3.78 ^a	23.01 ^a	47.06 ^a	0.296 ^d	I _۱
3.35 ^b	21.23 ^b	41.69 ^b	0.311 ^c	I _۲
2.91 ^c	17.37 ^c	36.61 ^c	0.321 ^b	I _۳
2.52 ^d	15.33 ^d	31.49 ^d	0.332 ^a	I _۴

مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه تحت تأثیر شوری آب

Average comparison of cotton components under salinity

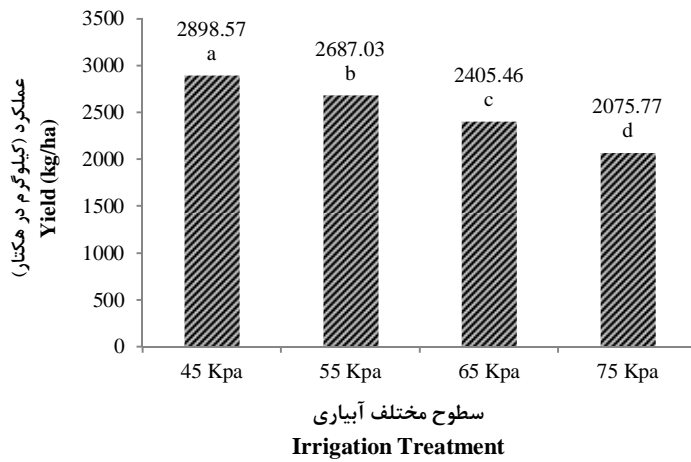
وزن غوزه (گرم) Bolls weight (gr)	تعداد غوزه در بوته Bolls per plant	ارتفاع بوته (سانتی متر) Height of plant (cm)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب) Water use efficiency (kg.m ⁻³)	تیمار Treatments
3.33 ^a	21.84 ^a	41.46 ^a	0.359 ^a	Q _۱
3.19 ^a	20.01 ^a	39.77 ^b	0.327 ^a	Q _۲
2.89 ^b	15.77 ^b	36.41 ^c	0.258 ^b	Q _۳

مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه تحت تأثیر اثر متقابل دو عامل

Average comparison interaction effects of treating main and subsidiary factors

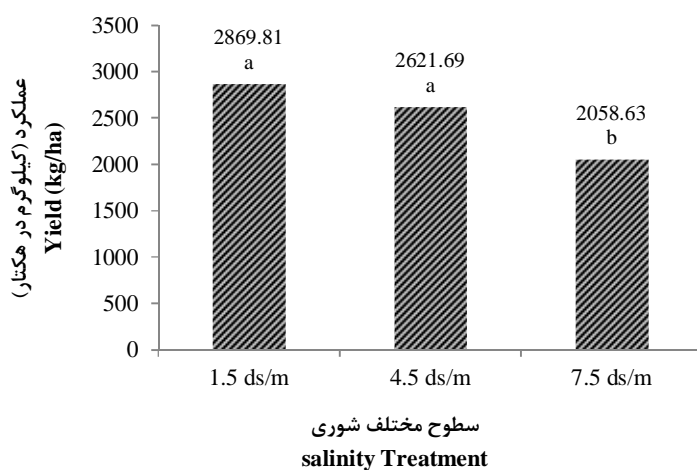
وزن غوزه (گرم) Bolls weight (gr)	تعداد غوزه در بوته Bolls per plant	ارتفاع بوته (سانتی متر) Height of plant (cm)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب) Water use efficiency (kg.m ⁻³)	تیمار Treatments
4.01 ^a	26.01 ^a	50.02 ^a	0.336 ^c	Q _۱
3.82 ^b	24.00 ^b	47.79 ^b	0.310 ^c	Q _۲ I _۱
3.48 ^c	18.02 ^d	43.4 ^d	0.240 ^h	Q _۳
3.57 ^c	24.18 ^b	44.19 ^c	0.353 ^b	Q _۱
3.40 ^c	22.45 ^c	42.43 ^d	0.328 ^d	Q _۲ I _۲
3.10 ^d	17.05 ^e	38.44 ^e	0.251 ^g	Q _۳
3.10 ^d	19.80 ^d	38.36 ^e	0.367 ^a	Q _۱
2.90 ^e	18.05 ^e	36.86 ^f	0.332 ^d	Q _۲ I _۳
2.68 ^f	14.27 ^g	34.59 ^g	0.263 ^f	Q _۳
2.67 ^f	17.35 ^e	33.28 ^h	0.379 ^a	Q _۱
2.57 ^f	15.88 ^f	32.00 ⁱ	0.340 ^c	Q _۲ I _۴
2.33 ^g	12.76 ^h	29.19 ^j	0.277 ^f	Q _۳

عملکرد وش: نتایج به‌دست آمده از مقایسه میانگین عملکرد وش پنبه حاصل از اثر تیمار عامل اصلی، در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که در این شکل مشخص است، روند افزایش عملکرد با افزایش میزان آب مصرفی هم‌سو است که در این خصوص اکبری‌نوده‌ی (۲۰۱۰) اظهار داشت که با یک مرتبه آبیاری بیشتر در مرحله گلدهی، عملکرد محصول و میزان آب مصرفی به‌ترتیب ۲۳ و ۴۹ درصد افزایش می‌یابد (۱). همچنین به‌رغم اختلاف ۷/۳ درصدی در عملکرد وش دو آستانه پتانسیل ۴۵ و ۵۵ کیلو پاسکال، از لحاظ آماری در یک گروه (a) قرار گرفته‌اند. عملکرد وش خوب نقطه پتانسیلی ۵۵ کیلو پاسکال را می‌توان به احتمال زیاد در راستای اثرات مثبت تنش جزئی در طول فصل رشد بر اجزاء عملکرد و همچنین اثرپذیری سایر اندام‌های گیاهی مرتبط با اجزاء عملکرد دانست که باعث عملکرد خوب تیمارهای اعمال‌شده تحت تنش خفیف شده است (۲۲). از دیگر نکات این شکل می‌توان به این نکته اشاره نمود که عملکرد در دو نقطه پتانسیلی ۶۵ و ۷۵ کیلو پاسکال با وجود مصرف به‌ترتیب ۲۳۰۰ و ۳۳۵۰ مترمکعب آب کمتر از نقطه پتانسیلی ۴۵ کیلو پاسکال، به‌ترتیب حدود ۱۷ و ۲۸/۴ درصد کاهش یافت. دلیل این امر را می‌توان به اعمال تنش طولانی مدت به گیاه نسبت داد که باعث کاهش اندازه و یا توقف رشد برگ شده و سطح فتوسنتز کننده گیاه را کاهش می‌دهد و از این طریق باعث کم شدن رشد گیاه و در نهایت کاهش عملکرد می‌شود (۱۹). در همین راستای تحقیقی سه سطح ۱۲۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه به‌ترتیب به‌عنوان رطوبت اضافی، تنش خفیف و تنش شدیدی رطوبتی با تأمین نیاز کامل آب گیاه مقایسه شد. نتایج مقایسه تنش خفیف رطوبتی با نیاز کامل آبی گیاه نشان داد که عملکرد محصول تحت تنش خفیف رطوبتی در شرایطی ۷ درصد نسبت به عملکرد در زمان تأمین نیاز کامل آبی گیاه کمتر بود که در آب مصرفی ۲۰ درصد صرفه‌جویی شده بود (۱۱) که با نتیجه به‌دست آمده از تحقیق حاضر هم‌سو است.



شکل ۱- مقایسه میانگین عملکرد پنبه تحت تأثیر عامل اصلی.
Figure 1. Average comparison of cotton yield from main factor.

مقایسه میانگین عملکرد وش پنبه محصول تحت تأثیر عامل فرعی در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که در این شکل مشخص است، با وجود اختلاف ۸/۶ درصدی در عملکرد وش به‌دست آمده از دو تیمار آبیاری شده با شوری ۱/۵ ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر از لحاظ آماری در یک گروه (a) می‌باشند این در حالی است که تیمار آبیاری شده با شوری ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر دارای اختلاف ۲۸/۳ و ۳۶/۹ درصدی به‌ترتیب نسبت به عملکرد دو تیمار آبیاری شده با شوری ۱/۵ ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد و از لحاظ آماری در گروه (b) قرار گرفته است. به بیان دیگر می‌توان چنین ادعان داشت که عملکرد محصول تحت تأثیر میزان شوری آب مصرفی قرار گرفته است. به‌طوری که هر چه از شوری آب آبیاری کاسته شود، میزان کاهش عملکرد نیز کاهش می‌یابد. نتایج به‌دست آمده از سایر مطالعات نشان می‌دهد که با افزایش شوری آب آبیاری و ایجاد فشار اسمزی، قدرت ریشه گیاه برای جذب آب موجود در محیط ریشه کاهش می‌یابد لذا تجمع املاح در منطقه ریشه، جذب کمتر آب و مواد غذایی توسط گیاه (در مقایسه با شرایط شوری آب آبیاری مناسب) را در پی دارد و در این شرایط عملکرد گیاه کاهش می‌یابد (۵ و ۹) که با نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر هم‌خوانی دارند.



شکل ۲- مقایسه میانگین عملکرد پنبه تحت تأثیر عوامل فرعی.
Figure 2. Average comparison of cotton yield from sub factor.

کارآیی مصرف آب: در این تحقیق همان‌طور که از مقایسه میانگین میزان کارآیی مصرف آب پنبه مشخص است (جدول ۵) تأثیر کم‌آبیاری بر کارآیی مصرف آب قابل ملاحظه می‌باشد. جدول ۵ نشان می‌دهد که آستانه پتانسیل ۷۵ کیلو پاسکال با کارآیی مصرف آب ۰/۳۳۲ کیلوگرم بر مترمکعب و با اختلاف ۱۰/۸، ۶/۳ و ۳/۳ درصدی به ترتیب نسبت به نقاط پتانسیلی ۴۵، ۵۵ و ۶۵ کیلو پاسکال دارای بهترین کارآیی مصرف آب می‌باشد. سایر بررسی‌های انجام گرفته در مورد کم‌آبیاری نیز کارآمدی این روش مدیریتی در استفاده بهینه از هر واحد آب مصرفی و افزایش سود خالص را تأیید می‌نماید (۱۲ و ۱۸). لذا کارآیی مصرف آب را می‌توان در شرایط کمبود آب و از طریق حذف آبیاری‌های کم‌بازده و با کاهش میزان حجم آبیاری در هر نوبت آبیاری که آگاهانه به گیاه اجازه داده می‌شود با دریافت آب کمتر از نیاز، محصول خود را تا اندازه‌ای کاهش دهد که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد، بالا برد (۲ و ۲۲). همچنین شوری آب آبیاری بر کارآیی مصرف آب پنبه، تأثیر معنی‌داری گذاشت. به‌طوری‌که بیشترین کارآیی مصرف آب در تیمار آبیاری شده با شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر ایجاد شد. این در حالی است که دو تیمار آبیاری شده با شوری ۴/۵ و ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب با اختلاف ۸/۹ و ۲۸/۲ نسبت به تیمار آبیاری شده با شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر از لحاظ آماری به ترتیب در جایگاه

(b) و (c) قرار گرفته‌اند. در تحقیقی تأثیر چهار سطح شوری ۴، ۷، ۱۰ و ۱۳ دسی‌زیمنس بر متر بر عملکرد سه رقم پنبه مورد بررسی قرار گرفت (۷). نتایج نشان داد که افزایش سطح شوری باعث کاهش شدید کارایی مصرف آب می‌شود به طوری که میزان کارایی مصرف آب در سطوح شوری ۷، ۱۰ و ۱۳ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۱۹/۶، ۳۸/۴ و ۶۵۷/۱ درصد کمتر از سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر بود. این نتایج با نتیجه به دست آمده از تحقیق حاضر هم‌سو است.

از دیگر نکات قابل ذکر در این جدول می‌توان به این موضوع اشاره نمود که با توجه به معنی دار شدن اثر متقابل کارایی مصرف آب تحت تأثیر اثر متقابل عوامل اصلی و فرعی، می‌توان چنین اذعان داشت که سطح شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر اعمال شده در دو سطح پتانسیلی ۶۵ و ۷۵ کیلو پاسکال، به رغم اختلاف ۳/۲ درصدی نسبت به یکدیگر، از لحاظ آماری در بهترین جایگاه (a) قرار گرفته‌اند. این در حالی است که سطح شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر اعمال شده در سطح پتانسیلی ۵۵ کیلو پاسکال، با اختلاف ۶/۹ درصدی نسبت به سطح شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر اعمال شده در سطح پتانسیلی ۷۵ کیلو پاسکال از لحاظ آماری در جایگاه (b) قرار گرفته است. همچنین سطوح شوری ۱/۵ و ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر اعمال شده به ترتیب در سطوح ۴۵ و ۷۵ کیلو پاسکال به ترتیب با اختلاف ۱۱/۳ و ۱۰/۳ درصدی نسبت به سطح شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر اعمال شده در سطح پتانسیلی ۷۵ کیلو پاسکال از لحاظ آماری در جایگاه (c) قرار گرفته‌اند. لازم به ذکر است که سطح شوری ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر اعمال شده در سطح پتانسیلی ۴۵ کیلو پاسکال، با اختلاف ۳۶/۴ درصدی نسبت به سطح شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر اعمال شده در سطح پتانسیلی ۷۵ کیلو پاسکال از لحاظ آماری در بدترین جایگاه (h) قرار گرفته است. لذا این نتایج تأیید مناسبی به تأثیر کم‌آبایی در شرایط استفاده از شوری آب مناسب در افزایش کارایی مصرف آب در کشت پنبه می‌باشند.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از بررسی عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در شرایط اعمال توأم کم‌آبایی و شوری تحت سیستم آبیاری شیاری نشان داد که صرفه‌جویی ۱۱۵۰ مترمکعبی آب (۱۱/۷ درصد) بین نقاط پتانسیلی ۴۵ و ۵۵ کیلو پاسکال جهت شروع آبیاری، در شرایطی باعث کاهش ۷/۳ درصدی عملکرد محصول، ۷/۷ درصدی تعداد غوزه در بوته و ۱۱/۴ درصدی ارتفاع بوته و وزن غوزه شده که افزایش ۴/۸ درصدی کارایی مصرف آب، را در پی داشته است. همچنین اعمال سطح شوری ۴/۵ دسی‌زیمنس

بر متر در مقایسه با سطح شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر در کشت پنبه سبب کاهش ۸/۶ درصدی عملکرد و کارایی مصرف آب، ۴/۲ درصدی وزن غوزه و ۸/۴ درصدی تعداد غوزه در بوته شد اما از لحاظ آماری تمامی صفات مذکور در هر دو تیمار مورد بررسی در یک گروه آماری قرار گرفتند. با توجه به نتایج به دست آمده، می‌توان اذعان داشت که افزایش کارایی آبیاری در روش آبیاری شیاری در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور می‌تواند نقش به‌سزایی در صرفه‌جویی مصرف آب و کاهش هزینه‌های انرژی داشته باشد. همچنین با توجه به روند افزایش شوری منابع آب، اعمال نقطه پتانسیلی ۵۵ کیلو پاسکال در شرایط استفاده از آب با شوری ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر می‌تواند در افزایش عملکرد، کارایی مصرف آب و سطح زیرکشت پنبه نقش مؤثری داشته باشد.

منابع

1. Akbari Nodehi, D. 2010. Determination of best time of cotton irrigation in the East of Mazandaran province. *J. Plant. Prod. Res.* 17: 141-155. (In Persian)
2. Asadi, R., Kouhi, N., and Yazdanpanah, N. 2012. Applicability of micro irrigation system on cotton yield and water use efficiency. *Food. Agric. Environ.* 10: 302-306.
3. Ashraf, M. 2002. Salt tolerance of cotton: some new advances. *Criti. Rev. Plant Sci.* 21: 1-30.
4. Borg, H., and Grimes, D. 1986. Depth development of roots with time: An Empirical Description. *Transact. Amer. Soc. Agri. Eng.* 29: 194- 197.
5. Chen, W., Hou, Z., Wu, L., Liang, Y., and Wei, C. 2010. Evaluating salinity distribution in soil irrigated with saline water in arid regions of northwest china. *Agric. Water. Manag.* 97: 2001-2008.
6. Chinnusamy, V., Jagendorf, A., and Zhu, J. 2005. Understanding and improving salt tolerance in plants. *Crop Sci.* 45: 437-448.
7. Dehghani, M., Aghaei, M., and Mohammadi Kia, S. 2013. Effect of salinity on yield and yield components of cotton. *J. Res. Water. Agri.* 27: 601-610. (Translated in Persian)
8. Ghorbani, G., and Hezarjaribi. 2010. A. Cotton response to deficit irrigation during different growth stages. *J. Plant. Prod. Res.* 17: 128-141. (In Persian)
9. Hou, Z., Chen, W., Li, X., Xiu, L., and Wu, L. 2009. Effects of salinity and fertigation practice on cotton yield and 15 N recovery. *Agri. Wat. Manag.* 96: 1483-1489.
10. Jalini, M., and Mehabadi, H. 2012. Effect of surface and subsurface drip irrigation and irrigation interval on yield of cotton. *J. Water. Soil. Sci.* 24: 736-742. (In Persian)

11. Kalfountzos, D., Alexiou, I., Kotsopoulos, S., Zavakos, G., and Vyrilas, P. 2007. Effect subsurface drip irrigation on cotton plantations. *Water. Resour. Manag.* 21: 1341–1351.
12. Kang, Y., Wang, R., Wan, S., Hu, W., Jiang, S., and Liu, S. 2012. Effects of different water levels on cotton growth and water use through drip irrigation in an arid region with saline ground water of Northwest China. *Agri. Water. Manag.* 109: 117-126.
13. Maas, E., and Hoffman, G. 1977. Crop salt tolerance current assessment. *American Society of Civil Engineers. Irrig. Drain. Div.* 103: 115-134.
14. Mansouri Far, C., Modarres Sanavy, M., and Saberli, F. 2010. Maize yield response to deficit irrigation during low-sensitive growth stages and nitrogen rate under semi-arid climatic conditions. *Agric. Water. Manag.* 97: 12–22.
15. Moreno, F., Cabora, F., Fernandez, E., Grion, I., and Bellido, B. 2001. Irrigation with saline water in the reclaimed marsh soils of south west Spain: Impact on soil properties and cotton and sugarbeet crops. *Agri. Water. Manag.* 48: 133-150.
16. Munns, R., and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Ann. Rev. Plant. Biol.* 59: 651–668.
17. Nie, W., Fei, L., and Ma, X. 2014. Applied closed-end furrow irrigation optimized design based on field and simulated advance data. *Agri. Sci.* 16: 395-408.
18. Onder, D., Akiscan, Y., Onder, S., and Mert, M. 2009. Effect of different irrigation water level on cotton yield and yield components. *Afr. J. Biotech.* 8: 1536-1544.
19. Payero, J., Steven, R., Suat, B., and Tarkalson, A. 2006. Yield response of corn to deficit irrigation in the semiarid climate. *Agric. Water. Manag.* 84: 101–112.
20. Sampathkumar, T., Pandian, B., Rangaswamy, M., Manickasundaram, P., and Jeyakumar, P. 2013. Influence of deficit irrigation on growth, yield and yield parameters of cotton–maize cropping sequence. *Agri. Water Manag.* 130: 90-102.
21. Tabatabaeian, J. 2014. The effect of calcium on improvement of salt stress damages in tomato. *J. Plant Prod. Res.* 21: 124-137.
22. Unlu, M., Kanber, R., Levent, D., Tekin, S., and Kapur, B. 2010. Effect of deficit irrigation on the yield and yield components of drip irrigation cotton in Mediterranean environment. *Agri. Water Manag.* 98: 597-605.
23. Wang, R., Kang, Y., Wan, S., Hu, W., Liu, S., and Liu, R. 2011. Salt distribution and the growth of cotton under different drip irrigation regimes in a saline area. *Agri. Water Manag.* 100: 58-69.
24. Yazar, A., Gencel, B., and Sezen, M. 2003. Corn yield response to saline irrigation water applied with a trickle system, *Food, Agri. Environ.* 1: 198-202.

