تحقیقات آب و خاک ایران، دورهٔ ۴۸، شمارهٔ ۳، مهر و آبان ۱۳۹۶ (ص ۶۸۸-۶۷۹) DOI: 10.22059/ijswr.2017.211863.667501

ارزیابی آبیاری معمولی و سریالی با زهاب بر عملکرد، اجزای عملکرد و بهره‌وری آب مصرفی ذرت، سویا و آفتابگردان

محمد عزیزی[۱]، محمد الباجی[۲*]، سعید برومندنسب[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز

۲. استادیار، گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز

۳. استاد، گروه آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۵/۵- تاریخ بازنگری:۱۳۹۵/۱۱/۲۵ – تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۱۱/۳۰)

چکیده

به‌منظور بررسی استفاده از زهاب به‌صورت آبیاری سریالی، تحقیقی در سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. بدین منظور قطعه زمینی با طول ۳۰ متر و عرض ۲۴ متر انتخاب و به سه قطعه A، B و C تقسیم شد. در قطعه A ذرت، در قطعه B سویا و در قطعه C آفتابگردان کشت شد و زهاب هر قطعه برای آبیاری قطعه بعد استفاده می‌شد. طرح آزمایشی در قطعه B به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با تیمارهای نوع آبیاری (آب کارون و زهاب) و کود اوره (۱۰۰٪، ۷۵٪ و ۵۰٪ نیاز کودی) در سه تکرار انجام گرفت. طرح آزمایشی در قطعه C مشابه قطعه B بود ولی ۷۵٪ سطح کود اوره در نظر گرفته نشد. نتایج تجزیه واریانس برای گیاه سویا نشان داد که برهمکنش نوع آب آبیاری و نیتروژن بر عملکرد رویشی و بهره‌وری بیولوژیکی آب اثر معنی‌داری در سطح یک درصد ($P<0.01$) و بر وزن تر علوفه در سطح ۵ درصد ($P<0.05$) داشت. نتایج تجزیه واریانس برای گیاه آفتابگردان نشان داد که برهمکنش نوع آبیاری و سطح مصرف کود نیتروژن نیز بر وزن صد دانه، عملکرد دانه و بهره‌وری آب دانه در سطح ۵ درصد ($P<0.05$) اثر معنی‌داری نشان داد. به‌طورکلی، برتری سیستم آبیاری سریالی با زهاب (با استفاده متوالی از زه آب) نسبت به آبیاری معمولی در میزان صرفه‌جویی آب با کیفیت مطلوب به میزان ۴۵/۵۹ درصد و افزایش بهره‌وری آب به میزان حداقل ۲ برابر در این تحقیق مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: زهکشی، زهاب، کشت متوالی، کود اوره

مقدمه

استفاده از آب‌های نامتعارف به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک ازجمله راهکارهای مدیریت منابع آب به شمار می‌رود (Feizi, 2011). زهاب ازجمله آب‌های نامتعارف در کشاورزی محسوب می‌شود که استفاده از آن در سال‌های اخیر رو به گسترش بوده است (Kenneth *et al*., 2002). در تحقیقی Diaz *et al*. (2013) در بخش غربی دره سان‌خواکین کالفرنیا استفاده مجدد از آب زهکش‌ها را به‌منظور کشت و ارزیابی عملکرد سه گونه گیاهی نمک دوست تحت آبیاری بلندمدت ۴ تا ۶ سال موردبررسی قراردادند. این محققان گزارش کردند که این روش مدیریت می‌تواند حجم زهاب را قبل از تخلیه به زهکش اصلی، توسط جذب آن به‌وسیله گیاه کاهش دهد. Jury *et al*. (2003) استفاده مجدد از زهاب جهت آبیاری زمین‌های کشاورزی را شبیه‌سازی نموده و نتیجه گرفتند که مقدار زیادی از زه آب، حاصل زهکشی شدن آب زیرزمینی می‌باشد و غلظت نمک زهاب خروجی، تحت تأثیر شوری آب زیرزمینی قرار می‌گیرد.

استفاده از زهاب علی‌رغم کاهش فشار بر منابع آب، خطر شور شدن خاک و ایجاد تنش شوری را ممکن است افزایش دهد (Mashal *et al*., 2013). این عوامل بر رشد گیاهان اثر گذاشته و سبب کاهش محصول می‌شود (Heuer *et al*., 2005; Cucci *et al*., 2014; Velagaleti and Schwetzer, 1995 Dehghani *et al*., 2007). به همین دلیل روش‌های مختلفی جهت استفاده از زهاب ارائه‌شده است. Goupta and Para (1981) آزمایش‌هایی در این خصوص در هندوستان انجام دادند و گزارش کردند که با در نظر گرفتن آب متعارف در کنار منابع آب نامتعارف می‌توان اثرات سوء شوری را کاهش داد. این محققان از آب باران بدین منظور استفاده کردند و آزمایش‌های خود را در مناطق پرباران

* نویسنده مسئول : m.albaji@scu.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

انجام دادند.

با توجه به کمبود بارش در بسیاری از مناطق کشور، به‌خصوص استان خوزستان، استفاده از منابع آب سطحی می‌تواند برای این هدف در نظر گرفته شود. آبیاری سریالی یکی از روش‌های آبیاری است که بدین منظور می‌تواند بخشی از نیاز آبی گیاهان را توسط زهاب زهکش‌ها تأمین کند.

با توجه به کمبود آب در سال‌های اخیر در کشور و وجود سیستم‌های زهکشی فراوان در خوزستان (Sadeghilari *et al.*, 2014)، لزوم این تحقیق دیده شد؛ بنابراین تحقیق حاضر با هدف مقایسه آبیاری سریالی و معمولی بر عملکرد، اجزای عملکرد و بهره‌وری آب سه گیاه ذرت، سویا و آفتابگردان انجام شد. به دلیل اثر تیمار کود نیتروژن بر کیفیت زهاب تولیدی، تیمار کود اوره نیز به این مطالعه اضافه شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در مزرعه آزمایشی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۹ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۸ دقیقه و ارتفاع ۱۸ متر از سطح دریا، انجام شد. بدین منظور قطعه زمینی با طول ۳۰ متر و عرض ۲۴ متر انتخاب و به‌وسیله دو ترانشه (به عرض ۰/۹ متر، عمق ۲ متر و حاشیه ۱ متر) به سه قطعه A، B و C تقسیم شد. این قطعات به ترتیب دارای مساحت ۳۸۰، ۱۰۰ و ۲۴ مترمربع بودند. در دو قطعه‌ی A و B لوله‌های زهکشی زیرزمینی از جنس PVC به قطر ۱۰۰ میلی‌متر همراه با پوشش مصنوعی در عمق ۱/۲ متر و فاصله ۳ متر قرار داده شد (هدف از انتخاب فاصله ۳ متر بین لوله‌های زهکشی جمع‌آوری حداکثر زه آب بوده است).

قطعه A با هدف تولید زهاب جهت اعمال تیمار دو قطعه زمین پایین‌دست (B و C) در نظر گرفته شد. در قطعه A، ۲۱ ردیف با فاصله ۷۵ سانتی‌متر برای کشت گیاه ذرت آماده شد. قطعه میانی (B) برای کشت گیاه سویا در نظر گرفته شد. در این قطعه طرح آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی در این قطعه شامل نوع آب آبیاری در دو سطح (A1: آبیاری با آب رودخانه کارون و A2: آبیاری با زهاب تولیدی از قطعه A) به‌عنوان تیمار اصلی و میزان کود نیتروژنه در سه سطح (B1: ۱۰۰٪ نیاز کودی، B2: ۷۵٪ نیاز کودی و B3: ۵۰٪ نیاز کودی) به‌عنوان تیمار فرعی بود. طول هر کرت ۳ متر و عرض آن ۲ متر بود. فاصله خطوط کاشت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خط کاشت ۱۸ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله بین کرت‌های فرعی و کرت‌های اصلی به ترتیب ۰/۵ و یک متر در نظر گرفته شد.

قطعه C برای کشت آفتابگردان در نظر گرفته شد. در این قطعه نیز آزمایشی به‌صورت کرت خردشده و در قالب طرح بلوک با سه تکرار در نظر گرفته شد. تیمارهای آزمایشی در این قطعه شامل نوع آب آبیاری در دو سطح (A1: آبیاری با آب رودخانه کارون و A2: آبیاری با زهاب تولیدی از قطعه B) به‌عنوان تیمار اصلی و میزان کود نیتروژنه در دو سطح (B1: ۱۰۰٪ نیاز کودی و B2: ۵۰٪ نیاز کودی) به‌عنوان تیمار فرعی بود. طول هر کرت ۲ متر، عرض کرت ۱ متر، فاصله خطوط کاشت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خط کاشت ۱۸ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

ارقام کشت‌شده گیاهان ذرت، سویا و آفتابگردان به ترتیب شامل سینگل کراس KSC-701، صفی‌آباد و هایسان-۲۵ بود. کاشت این گیاهان در اوایل اسفندماه سال ۱۳۹۳ انجام شد و اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام شد.

قبل از هر آبیاری، از هر کرت اصلی به‌وسیله آگر نمونه خاک در عمق ۰/۳ متر از سطح زمین تهیه و در ظروف فلزی به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه نمونه خاک‌ها توزین و در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد گذاشته می‌شدند. پس از ۲۴ ساعت نمونه‌های خشک‌شده توزین و میزان رطوبت وزنی خاک تعیین می‌شد. سپس کمبود رطوبت خاک توسط رابطه (۱) مشخص می‌گردید:

$$SMD = (FC - \theta) \times D_z \quad \text{(رابطه ۱)}$$

که در این رابطه SMD: کمبود رطوبت خاک (سانتی‌متر)، FC: درصد حجمی رطوبت در ظرفیت زراعی (شکل ۱)، θ: رطوبت حجمی خاک ۲۴ ساعت قبل از آبیاری و D_z: عمق ریشه (سانتی‌متر) می‌باشد. با توجه به وضعیت سیستم آبیاری سطحی، مقدار آب آبیاری داده‌شده بیش از این مقدار بوده است که مازاد آب داده‌شده (آب مازاد بر SMD)، تأمین‌کننده عدم یکنواختی توزیع آب و نیاز آبشویی نیز بوده است. معمولاً در عمل چیزی بین ۲۵- ۳۰ درصد میزان آب آبیاری، مازاد بر کمبود رطوبت خاک داده می‌شود.

جهت اعمال تیمار آبیاری، دبی و حجم آب آبیاری در هر دو تیمار آب رودخانه کارون و زهاب تولیدی با روش حجمی و مخزن مدرج اندازه‌گیری و با استفاده از هیدروفلوم در اختیار گیاه قرار می‌گرفت. اعمال تیمار آبیاری با زهاب از مرحله ۶ برگی شدن گیاه در هر دو کشت شروع شد و قبل از آن تمام گیاهان با آب رودخانه کارون آبیاری می‌شدند. جدول (۱) برنامه ریزی آبیاری کشت ذرت، سویا و آفتابگردان برای تیمارهای

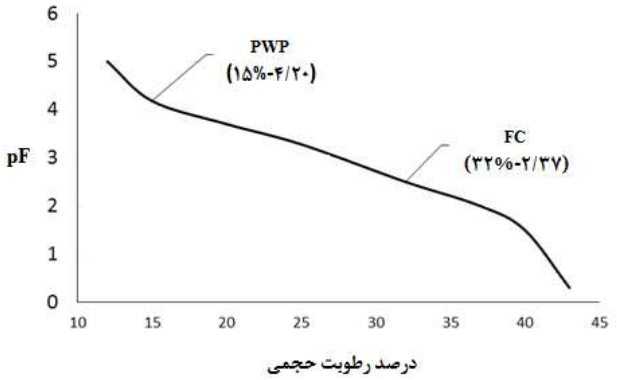
Archive of SID

www.SID.ir

آبیاری مختلف نشان می‌دهد. همچنین جدول (۲). خصوصیات کیفی آب آبیاری در هر سه قطعه زراعی (A، B و C) را نشان می‌دهد.

بر اساس نتایج آزمون خاک در این طرح (جدول ۳)، قبل از کشت معادل ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم (K_2O) از منبع سولفات پتاسیم و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر (P_2O_5) از منبع سوپر فسفات تریپل مصرف شد. همچنین جهت اعمال تیمار کودی نیتروژنه، نیتروژن موردنیاز به میزان ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع کود اوره و به صورتی ردیفی مورداستفاده قرار گرفت و در طی دو مرحله ۴ برگی شدن و ۷۰ روز بعد از کاشت، با توجه به سطوح تیمار، به‌صورت دستی به خاک اضافه شد.

در انتهای فصل زراعی، پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، از هر کرت نمونه‌برداری انجام شد. به‌منظور بررسی اثربخشی آبیاری سریالی و زهکشی بر رشد گیاه ذرت در قطعه A، نیز نمونه‌گیری انجام شد و صفات ارتفاع گیاه، عملکرد علوفه خشک، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک تعیین شدند. صفات اندازه‌گیری برای گیاه سویا شامل: ارتفاع بوته، وزن تر و خشک بوته، تعداد ساقه و شاخص سطح برگ بود. صفات اندازه‌گیری شده برای گیاه آفتابگردان شامل: ارتفاع گیاه، وزن خشک بوته، وزن خشک طبق، قطر طبق، وزن خشک برگ، شاخص سطح برگ، وزن خشک ۱۰۰ دانه و تعداد دانه در طبق بود. کارایی مصرف آب آبیاری برای گیاهان ذرت، سویا و آفتابگردان با تقسیم عملکرد دانه، عملکرد رویشی و بیولوژیکی بر مقدار آب مصرفی اندازه‌گیری شد. سپس برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS *9.1.3* و آزمون آماری توکی استفاده شد.



شکل ۱. منحنی خصوصیات رطوبتی خاک مزرعه آزمایشی به همراه نقاط پتانسیلی

جدول ۱. برنامه‌ریزی آبیاری کشت ذرت، سویا و آفتابگردان برای تیمارهای آبیاری مختلف

برنامه‌ریزی آبیاری کشت ذرت برای هر دو تیمار آبیاری به روش معمولی				برنامه‌ریزی آبیاری کشت سویا برای تیمارهای آبیاری به روش معمولی (با آب رودخانه کارون) و روش سریالی (با زهاب)				برنامه‌ریزی آبیاری کشت آفتابگردان برای تیمارهای آبیاری به روش معمولی (با آب رودخانه کارون) و روش سریالی (با زهاب)			
شماره آبیاری	تاریخ آبیاری	حجم آبیاری (m^3)		شماره آبیاری	تاریخ آبیاری	روش معمولی	روش سریالی	شماره آبیاری	تاریخ آبیاری	روش معمولی	روش سریالی
		آب رودخانه کارون				حجم آبیاری(m^3)				حجم آبیاری(m^3)	
						آب رودخانه کارون	زه آب			آب رودخانه کارون	زه آب
۱	۹۳/۱۲/۱۴	۳۶/۸۶		۱	۹۳/۱۲/۲۰	۲/۶۸	–	۱	۹۳/۱۲/۱۰	۰/۷۸	–
۲	۹۳/۱۲/۲۱	۳۴/۵۶		۲	۹۳/۱۲/۲۵	۱/۸۹	–	۲	۹۳/۱۲/۱۴	۰/۴۲	–
۳	۹۳/۱۲/۲۷	۳۴/۵۶		۳	۹۳/۱۲/۲۷	۰/۷۹	–	۳	۹۳/۱۲/۲۱	۰/۵۴	–
۴	۹۳/۰۱/۰۸	۳۶/۸۶		۴	۹۳/۰۱/۰۸	۲/۶۸	–	۴	۹۳/۱۲/۲۷	/۶۰	–
۵	۹۴/۰۱/۱۷	۳۶/۸۶		۵	۹۴/۰۱/۱۵	۲/۵۲	–	۵	۹۴/۰۱/۰۸	۰/۵۴	–
۶	۹۴/۰۱/۲۷	۳۹/۱۶		۶	۹۴/۰۱/۲۳	۲/۵۲	–	۶	۹۴/۰۱/۱۵	۰/۶۶	–
۷	۹۴/۰۲/۰۶	۳۹/۱۶		۷	۹۴/۰۲/۰۲	۴/۰۲	–	۷	۹۴/۰۱/۲۴	۰/۶۶	–
۸	۹۴/۰۲/۱۳	۳۶/۸۶		۸	۹۴/۰۲/۱۰	–	۴/۰۲	۸	۹۴/۰۲/۰۲	–	۱/۳۲
۹	۹۴/۰۲/۲۰	۳۹/۱۶		۹	۹۴/۰۲/۱۶	–	۳/۷۸	۹	۹۴/۰۲/۱۰	–	۱/۵۶
۱۰	۹۴/۰۲/۲۸	۳۶/۸۴		۱۰	۹۴/۰۲/۲۸	–	۴/۰۲	۱۰	۹۴/۰۲/۱۶	–	۱/۴۴
۱۱	۹۴/۰۳/۰۷	۳۹/۱۶		۱۱	۹۴/۰۳/۰۵	–	۴/۰۲	۱۱	۹۴/۰۲/۲۸	–	۱/۵۶
۱۲	۹۴/۰۳/۱۶	۳۹/۱۶		۱۲	۹۴/۰۳/۱۲	–	۳/۷۸	۱۲	۹۴/۰۳/۰۵	–	۱/۴۴
۱۳	۹۴/۰۳/۲۲	۳۲/۲۵		۱۳	۹۴/۰۳/۲۰	–	۴/۰۲	۱۳	۹۴/۰۳/۱۲	–	۱/۳۲
۱۴	۹۴/۰۳/۲۶	۳۲/۲۵		۱۴	۹/۰۳/۲۵	–	۳/۵۴	۱۴	۹/۰۳/۲۰	–	۱/۴۴
–	–	–		۱۵	۹۴/۰۳/۲۹	–	۳/۰۷	۱۵	۹۴/۰۳/۲۹	–	۱/۵۶
جمع (m^3)		۵۱۳/۷۹				۴۷/۳۲	۳۴/۲۶			۱۵/۸۴	۱۱/۶۴
جمع (m^3/ha)		۱۳۳۸۰				۹۰۱۵	۶۵۲۵			۱۳۲۰۰	۹۷۰۰

*** آبیاری اول تا هفتم سویا و آفتابگردان برای هر دو تیمار آبیاری (کارون و زهاب) با آب کارون انجام‌شده است.**

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. خصوصیات کیفی آب آبیاری در هر سه قطعه زراعی (A، B و C) برای ۶ آبیاری اول

شماره آبیاری	SAR $(\frac{meq}{l})^{\frac{1}{2}}$	ESP %	EC (Ds / m)	سدیم	پتاسیم	کلسیم (meq / l)	منیزیم	کلر	بی‌کربنات
آب رود کارون	۴/۰۹	۴/۵۵	۲/۰۱	۸/۱	۱/۸	۳/۴	۴/۵	۳۵/۵	۴/۵
خصوصیات کیفی زهاب کلکتور اول									
۱	۹/۳۷	۱۱/۱۶	۳/۷۷	۳۰/۵	۱۰/۵	۱۲/۲	۹/۲	۳۳/۳۳	۴
۲	۹/۵	۱۱/۳۱	۳/۶۶	۲۸/۵	۱۱/۲	۱۰	۸/۴	۲۶/۵	۳/۵
۳	۸/۹۸	۱۰/۷۱	۳/۳	۲۶/۶	۹/۸۵	۹/۸	۷/۹	۲۳/۳۵	۲/۵
۴	۸/۳۶	۹/۹۶	۳/۴۷	۲۴/۵	۱۱/۵	۸/۶	۸/۶	۱۴/۵	۷/۵
۵	۷/۶	۹/۰۵	۳/۲۲	۲۲/۸	۱۰/۵	۹/۶	۹/۶	۱۳/۵	۶
۶	۷/۵	۸/۹	۳/۱۲	۱۹/۶	۱۰/۸۵	۶/۸	۶/۸	۱۱/۵	۴/۵
خصوصیات کیفی زهاب کلکتور دوم									
۱	۷/۰۸	۸/۴۱	۵/۴۵	۲۵/۵	۷/۸	۱۵/۵	۱۱/۲	۴۴/۲	۵
۲	۷/۰۲	۸/۳۴	۵/۳۹	۵/۲۳	۸/۲	۱۲/۲	۱۰/۱	۳۸/۳۳	۵/۵
۳	۷/۱۹	۸/۵۵	۵/۰۴	۲۲	۶/۹	۱۰/۲	۹/۲	۲۵/۴	۳/۷
۴	۶/۳۷	۷/۵۲	۴/۹۸	۱۸/۵	۸	۸/۴	۸/۴	۱۷/۵	۵/۵
۵	۶/۰۹	۷/۱۷	۴/۹۱	۱۷/۳	۷/۸	۸/۱	۸/۹	۱۵/۵۴	۷
۶	۶/۴	۷/۵۶	۴/۴	۱۵/۵	۶/۹۸	۶/۲	۶/۲	۱۲/۲	۵

جدول ۳. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آموزشی (قبل از آزمایش)

عمق (cm)	جرم مخصوص ظاهری ($g\ cm^{-3}$)	هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	بافت خاک	فراوانی نسبی اندازه ذرات خاک (درصد)			کربن آلی (درصد)	فسفر قابل‌جذب ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل‌جذب ($mg.kg^{-1}$)
				شن	سیلت	رس			
۰-۳۰	۱/۴۵	۴/۴	سیلتی لوم	۲۴/۶	۵۱	۲۴/۴	۰/۷۸	۶	۲۰۰
۳۰-۶۰	۱/۵۳	۴/۶	سیلتی لوم	۲۳/۵	۵۳/۲	۲۳/۳			

نتایج و بحث

نتایج بررسی صفات اندازه‌گیری گیاه ذرت (قطعه A) در جدول (۴) نشان داده‌شده است. مقایسه‌ی نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق با سایر محققان قبلی (Soltani mohamad *et al.*, 2011; Kiani *et al.*, 2012) که در این مزرعه ذرت کشت کرده‌اند، نشان می‌دهد که عملکرد و سایر خصوصیات رشدی ذرت افزایش یافتند.

گرچه نمی‌توان بدون انجام طرح آزمایش‌ها در این خصوص نظر قطعی داد ولی با توجه به اینکه محققان قبلی نیز در شرایط آب و هوایی و زراعی مشابه تحقیق کرده‌اند؛ احتمالاً یکی از پارامترهای مهمی که باعث افزایش عملکرد ذرت شده است، زهکشی اراضی تحت کشت ذرت می‌باشد (در تحقیقات ذکرشده قبل اراضی مذکور فاقد سیستم زهکشی زیرزمینی بوده است).

جدول ۴. خصوصیات گیاه ذرت در مرحله رسیدگی بیولوژیکی

تکرار	ارتفاع گیاه (cm)	عملکرد علوفه خشک (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	عملکرد بیولوژیکی (kg/ha)	شاخص برداشت	بهره‌وری آب عملکرد دانه (kg/m^3)	بهره‌وری آب عملکرد بیولوژیکی (kg/m^3)
۱	۲۱۶	۱۷۹۴۱/۱۵	۹۶۱۳/۹۰	۲۶۰۲۵/۰۷	۳۶/۹۴	۰/۷۱۸	۱/۹۴۵
۲	۲۲۵	۱۹۸۸۰/۴۶	۹۱۶۵/۲۴	۲۷۱۷۹/۰۶	۳۳/۷۲	۰/۶۸۴	۲/۰۳۱
۳	۲۱۱	۱۷۱۷۶/۴۹	۹۴۲۵/۹۰	۲۵۰۵۶/۴۱	۳۷/۶۱	۰/۷۰۴	۱/۸۷۲

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج به دست آماده از تجزیه واریانس برای گیاه سویا نشان داد که کیفیت آب آبیاری (جدول ۲) بر هیچ‌کدام از صفات موردبررسی اثر معنی‌داری نداشت. مقدار کود نیتروژن بر ارتفاع بوته، تعداد ساقه در بوته، وزن علوفه تر، عملکرد رویشی و بهره‌وری بیولوژیکی آب اثر معنی‌دار در سطح یک درصد ($P<0.01$) و بر سطح برگ و شاخص سطح برگ اثر معنی‌دار در سطح ۵ درصد ($P<0.05$) داشت. برهمکنش نوع آب آبیاری و نیتروژن بر عملکرد رویشی و بهره‌وری بیولوژیکی آب اثر معنی‌داری در سطح یک درصد ($P<0.01$) و بر وزن تر علوفه در سطح ۵ درصد ($P<0.05$) داشت.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری بین استفاده از هیچ‌کدام از انواع آبیاری وجود نداشت (جدول ۵). نتایج تحقیقات اکثر محققان (Khan *et al.*, 2009; Bourgeals *et al.*, 1992; Rostami Hir *et al.*, 2004; Weisany *et al.*, 2013) بر روی سویا نشان داده است که استفاده از آب‌شور (زهاب) باعث کاهش عملکرد و اجزا عملکرد شده است.

علت معنی‌دار نشدن پارامترهای موردبررسی در این تحقیق به دلیل پایین بودن شوری آب آبیاری (۳-۴ dS/m) نسبت تحقیقات انجام‌شده و همچنین کیفیت بهتر از زهاب بوده است. مقایسه میانگین اثر مقدار کود بر عملکرد و شاخص‌های عملکرد سویا نشان داد که در اکثر پارامترهای موردبررسی با افزایش مقدار کود تمامی شاخص‌ها افزایش یافتند. تنها در صفت سطح برگ افزایش کود از ۷۰٪ به ۱۰۰٪ سبب تغییر معنی‌دار این صفت نشد. نتایج مشابه برای بهره‌وری بیولوژیکی آب مشاهده شد.

مقایسه میانگین برهمکنش نوع آبیاری و مقدار کود نیتروژنه نشان داد که در تمامی پارامترها بیشترین مقدار به‌دست‌آمده مربوط به تیمار آبیاری با آب کارون و تیمار کودی ۱۰۰٪ بود (جدول ۶). البته این تیمار اختلاف معنی‌داری در پارامترهای ارتفاع بوته، تعداد ساقه و سطح برگ با کاربرد زهاب و تیمار کودی ۱۰۰٪ نداشت. این نتایج با مشاهدات Khaninezhad *et al* (2013)، Besharati and Aghajani (2014) و Borzouei *et al* (2015) هم‌خوانی داشت. در تیمارهایی که ۷۵٪ نیاز نیتروژن تأمین شد، در آبیاری با زهاب عملکرد بالاتری نسبت به آبیاری با آب رودخانه کارون برای تعداد ساقه، وزن علوفه تر و عملکرد رویشی داشتند. همچنین شیب کاهش عملکرد به ازای کاهش تأمین نیتروژن، در تیمارهایی که با استفاده از زهاب آبیاری شده‌اند کمتر از تیمارهایی بود که با آب رودخانه کارون آبیاری شده بودند. به‌طوری‌که در آبیاری با زهاب اختلاف پارامترهای اندازه‌گیری شده بین تیمارهای کودی ۱۰۰٪ و ۷۵٪، کمتر از آبیاری با رودخانه کارون بو

جدول ۵. مقایسه میانگین اثرات نوع آبیاری و مقدار کود نیتروژنه بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا

تیمارها		ارتفاع بوته (cm)	سطح برگ (cm^2)	شاخص سطح برگ	تعداد ساقه در بوته	وزن علوفه تر در بوته(g)	عملکرد رویشی (kg/ha)	بهره‌وری آب بیولوژیکی (kg/m^3)
مدیریت آبیاری	آب رودخانه کارون	۶۱/۴۴^{a}	۵۰۵۷/۱۳۸^{a}	۱۱/۸۹۰^{a}	۵۴/۷۷^{a}	۲۰۶/۷۸۷^{a}	۱۳۴۹۶/۹۸۲^{a}	۱/۴۹۸^{a}
	زهاب	۶۰/۶۶۷^{a}	۴۵۰۰/۶۲۰^{a}	۱۱/۳۲۶^{a}	۵۶/۱۱^{a}	۱۹۷/۵۲۲^{a}	۱۲۹۰۲/۰۲۲^{a}	۱/۴۳۱^{a}
سطوح نیتروژن	٪ ۱۰۰	۶۶/۸۳^{a}	۵۶۶۴/۷۲۷^{a}	۱۴/۲۷^{a}	۶۸/۱۷^{a}	۲۳۶/۶۲۰^{a}	۱۵۷۸۹/۴۹^{a}	۱/۷۵۲^{a}
	٪ ۷۵	۶۱/۸۳^{b}	۵۶۲۶/۷۵۲^{a}	۱۴/۰۶^{a}	۵۷/۶۷^{b}	۲۰۷/۹۱۸^{b}	۱۳۶۲۰/۳۹^{b}	۱/۵۱۱^{b}
	٪ ۵۰	۵۴/۵۰^{c}	۳۰۴۷/۱۵۸^{b}	۶/۴۹۰^{b}	۴۰/۵۰^{c}	۱۶۱/۹۲۵^{c}	۱۰۱۸۸/۶۲^{c}	۱/۱۳۰^{c}

میانگین‌های عددی با یک حروف مشترک در هر ستون ازنظر آماری بر اساس آزمون توکی در سطح ۵ ٪ تفاوت معنی‌دار ندارد.

جدول ۶. مقایسه میانگین برهمکنش نوع آبیاری و مقدار کود نیتروژنه بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا

تیمارها		ارتفاع بوته (cm)	سطح برگ (cm^2)	شاخص سطح برگ	تعداد ساقه در بوته	وزن علوفه تر در بوته(g)	عملکرد رویشی (kg/ha)	بهره‌وری آب بیولوژیکی (kg/m^3)
مدیریت آبیاری	سطوح نیتروژن							
آب کارون	٪ ۱۰۰	۶۷/۶۷^{a}	۵۹۱۳/۵۲۷^{a}	۱۴/۷۸^{a}	۶۶/۶۷^{a}	۲۴۵/۳۲^{a}	۱۷۱۵۳/۲۶^{a}	۱/۹۰۳^{a}
	٪ ۷۵	۶۲/۶۷^{b}	۵۷۴۳/۲۱۰^{a}	۱۴/۳۵^{ab}	۵۷/۶۷^{b}	۲۰۶/۲۸^{c}	۱۳۳۳۷/۲۸^{c}	۱/۴۸۰^{c}
	٪ ۵۰	۵۴/۰^{c}	۳۵۱۴/۶۷۷^{ab}	۶/۵۳۳^{b}	۴۰/۰^{c}	۱۶۸/۷۵^{d}	۱۰۰۰۰/۴۰^{d}	۱/۱۰۹^{d}
زهاب	٪ ۱۰۰	۶۶/۰^{a}	۵۴۱۳/۹۲۷^{a}	۱۳/۷۶^{ab}	۶۹/۶۷^{a}	۲۲۷/۹۱^{b}	۱۴۴۲۵/۷۲۰^{b}	۱/۶۰۰^{b}
	٪ ۷۵	۶۱/۰^{b}	۵۵۰۸/۲۹۳^{a}	۱۳/۷۷^{ab}	۵۷/۶۷^{b}	۲۰۹/۵۵^{c}	۱۳۹۰۳/۵۰^{bc}	۱/۵۴۳^{bc}
	٪ ۵۰	۵۵/۰^{c}	۲۵۷۹/۶۴۰^{b}	۶/۴۴۷^{b}	۴۱/۰^{c}	۱۵۵/۰۹^{e}	۱۰۳۷۶/۸۴^{d}	۱/۱۵۱^{d}

میانگین‌های عددی با یک حروف مشترک در هر ستون ازنظر آماری بر اساس آزمون توکی در سطح ۵ ٪ تفاوت معنی‌دار ندارد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج تجزیه واریانس برای گیاه آفتابگردان نشان داد که نوع آبیاری در سطح ۵ درصد بر ارتفاع بوته، وزن ساقه، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، عملکرد علوفه، شاخص برداشت و شاخص سطح برگ ($P<0.05$) و در سطح ۱ درصد بر وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، بهره‌وری آب دانه و بهره‌وری بیولوژیکی ($P<0.01$) معنی‌دار بود. سطح مصرف کود نیتروژن در سطح ۵ درصد بر وزن طبق و وزن برگ ($P<0.05$) و در سطح ۱ درصد بر ارتفاع بوته، وزن ساقه، قطر طبق، وزن صد دانه، تعداد دانه در طبق، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد علوفه، عملکرد دانه، بهره‌وری آب دانه و بهره‌وری آب بیولوژیکی ($P<0.01$) اثر معنی‌داری داشت. این نتایج با مشاهدات Babaei *et al.*,(2009) Aghdam *et al.*,(2009) Ming و Banisaeidi (2012) مطابقت داشت. برهمکنش نوع آبیاری و سطح مصرف کود نیتروژن نیز بر وزن صد دانه، عملکرد دانه و بهره‌وری آب دانه در سطح ۵ درصد ($P<0.05$) اثر معنی‌داری نشان داد. مقایسه‌ی میانگین اثرات ساده نوع آبیاری و سطح مصرفی کود نیتروژن بر عملکرد و شاخص‌های عملکرد آفتابگردان در جدول (۷) و اثرات متقابل این دو تیمار در جدول (۸) نشان داده‌شده است. نتایج نشان داد که آبیاری با زهاب اثر منفی بر شاخص‌های موردبررسی داشت (جدول ۷ و ۸). این نتایج با مشاهدات Beese and Moshrefi (1985)، Feizi (2004) و Nobre *et al.*, (2011) مطابقت داشت. بیشترین تأثیر استفاده زهاب بر وزن صد دانه به میزان ۱۳/۶۳ درصد و کمترین تأثیر مربوط به شاخص سطح برگ به میزان ۵/۱۳ درصد سبب کاهش عملکرد این دو پارامتر شد. عملکردها بیشترین تأثیر استفاده از زهاب بر عملکرد دانه به میزان ۲۱/۱۷ درصد و کمترین تأثیر بر عملکرد علوفه به میزان ۱۰/۱۴ درصد کاهش بود. این نتایج با یافته‌های Flagella *et al.* (2003)، Cucci *et al.*,(2007) Caterina *et al.* (2007) و Bonaiti and Borin (2010) همخوانی داشت. به‌جز وزن صد دانه، تمام پارامترهای اندازه‌گیری شده در تیمار آبیاری با زهاب و سطح کود ۱۰۰٪ بیشتر از تیمار آبیاری شده با آب کارون با مصرف کود ۵۰٪ بود. عملکرد بیولوژیکی، عملکرد علوفه و عملکرد دانه آبیاری با زهاب به ترتیب ۱۳/۲۵، ۱۰/۱۴ و ۲۱/۱۴ درصد کاهش نسبت به آبیاری با آب رودخانه کارون داشتند. همچنین آبیاری با زهاب باعث کاهش ۹/۵۵ درصدی شاخص برداشت نسبت به آبیاری با آب رودخانه کارون شد. بیشترین شاخص برداشت مربوط به تیمار آبیاری با آب رودخانه کارون و ۱۰۰ درصد تأمین نیاز نیتروژن و کمترین مقدار آن مربوط به آبیاری با زهاب و ۵۰ درصد تأمین نیاز نیتروژن بود.

از طرفی دیگر به نسبت عملکرد محصول به حجم آب مصرفی، بهره‌وری آب گفته می‌شود. ازاین‌رو، در این تحقیق به نسبت عملکرد محصولات به میزان آب مصرفی از رودخانه کارون بهره‌وری آب کارون اطلاق می‌شود. در این بررسی، بعد از ۴ برگی شدن گیاهان، زهاب استفاده‌شده به‌منظور آبیاری قطعه B، از زهکشی قطعه A که با آب رودخانه کارون آبیاری شد، به دست آمد. همچنین زهاب استفاده‌شده به‌منظور آبیاری قطعه C، از زهکشی قطعه B که با زهاب قطعه A آبیاری شد، به دست آمد. به‌طوری‌که بعد از مرحله ۴ برگی شدن گیاهان، برای تولید هر سه گیاه از میزان آب رودخانه کارون که به قطعه A داده‌شده استفاده گردید. به همین دلیل میزان بهره‌وری آب کارون در سیستم آبیاری سریالی نسبت به آبیاری معمولی که در هر سه قطعه آب موردنیاز گیاه از آب رودخانه کارون تأمین شد، چند برابر بیشتر به دست آمد.

جدول ۷. مقایسه میانگین اثرات ساده فاکتورهای موردبررسی بر مشخصات بوته آفتابگردان

تیمارها		ارتفاع بوته (cm)	وزن ساقه (g)	قطر طبق (cm)	وزن طبق (g)	وزن ۱۰۰ دانه (g)	تعداد دانه در طبق	وزن برگ (g)
مدیریت آبیاری	آب رودخانه کارون	۱۵۰/۹۸۳^{a}	۴۵/۸۶۳^{a}	۱۵/۱۸۳^{a}	۵۱/۹۷۳^{a}	۵/۴۴۲^{a}	۹۹۶/۵۰۰^{a}	۳۳/۲۸۸^{a}
	زهاب	۱۳۴/۵۱۷^{b}	۴۱/۱۲۵^{b}	۱۳/۷۸۳^{b}	۴۶/۴۹۲^{a}	۴/۷۰۰^{b}	۹۰۵/۱۶۷^{b}	۳۱/۱۴۳^{a}
سطوح نیتروژن	٪ ۱۰۰	۱۵۶/۱۱۷^{a}	۴۷/۷۰۲^{a}	۱۵/۶۱۷^{a}	۵۳/۹۴۰^{a}	۵/۳۷۵^{a}	۱۰۳۲/۱۶۷^{a}	۳۴/۰۷۷^{a}
	٪ ۵۰	۱۲۹/۳۸۳^{b}	۳۹/۲۸۷^{b}	۱۳/۳۵۰^{b}	۴۴/۵۲۵^{b}	۴/۷۶۷^{b}	۸۶۹/۵۰۰^{b}	۳۰/۳۵۵^{b}

تیمارها		عملکرد بیولوژیکی (kg/h)	عملکرد علوفه (kg/h)	عملکرد دانه (kg/h)	شاخص برداشت	بهره‌وری آب دانه (kg/m^3)	بهره‌وری آب بیولوژیکی (kg/m^3)	شاخص سطح برگ
مدیریت آبیاری	آب رودخانه کارون	۱۳۷۸۷/۴۴^{a}	۱۰۱۴۱/۷۲^{a}	۳۶۴۵/۷۲۳^{a}	۲۶/۲۵۶^{a}	۰/۲۷۶^{a}	۱/۰۴۴^{a}	۴/۵۸۰^{a}
	زهاب	۱۱۹۶۰/۵۷^{b}	۹۱۱۳/۴۸^{b}	۲۸۷۴/۰۸۹^{b}	۲۳/۷۹۳^{b}	۰/۲۱۵^{b}	۰/۹۰۶^{b}	۴/۳۴۵^{b}
سطوح نیتروژن	٪ ۱۰۰	۱۴۱۸۹/۰۰^{a}	۱۰۴۶۶/۸۹^{a}	۳۷۲۲/۱۱۴^{a}	۲۶/۱۰۳^{a}	۰/۲۸۱^{a}	۱/۰۷۴^{a}	۴/۹۰۳^{a}
	٪ ۵۰	۱۱۵۵۹/۰۱^{b}	۸۷۸۸/۳۱^{b}	۲۷۷۰/۶۹۹^{b}	۲۳/۹۴۵^{a}	۰/۲۱۰^{b}	۰/۸۷۵^{b}	۴/۲۹۲^{b}

میانگین‌های عددی با یک حروف مشترک در هر ستون ازنظر آماری بر اساس آزمون توکی در سطح ۵ ٪ تفاوت معنی‌دار ندارد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۸. مقایسه میانگین اثرات متقابل فاکتورهای موردبررسی بر مشخصات بوته آفتابگردان

تیمارها		ارتفاع بوته (cm)	وزن ساقه (g)	قطر طبق (cm)	وزن طبق (g)	وزن ۱۰۰ دانه (g)	تعداد دانه در طبق	وزن برگ (g)
مدیریت آبیاری	سطوح نیتروژن							
آب رودخانه	٪ ۱۰۰	۱۶۸/۳۶۷^{a}	۴۹/۶۴۷^{a}	۱۶/۴۳۳^{a}	۵۷/۵۴۷^{a}	۵/۸۷۳^{a}	۱۱۰۰/۶۶۷^{a}	۳۵/۱۷۷^{a}
کارون	٪ ۵۰	۱۳۳/۶۰۰^{b}	۴۲/۰۸۰^{bc}	۱۳/۹۳۳^{bc}	۴۶/۴۰۰^{b}	۵/۰۱۰^{b}	۸۹۲/۳۳۳^{bc}	۳۱/۴۰۰^{ab}
زهاب	٪ ۱۰۰	۱۴۳/۸۶۷^{b}	۴۵/۷۵۷^{ab}	۱۴/۸۰۰^{ab}	۵۰/۳۳۳^{ab}	۴/۸۷۷^{b}	۹۶۳/۶۶۷^{b}	۳۲/۹۷۷^{ab}
	٪ ۵۰	۱۲۵/۱۶۷^{b}	۳۶/۴۹۳^{c}	۱۲/۷۶۷^{c}	۴۲/۶۵۰^{b}	۴/۵۲۳^{c}	۸۴۶/۶۶۷^{c}	۲۹/۳۱۰^{b}
مدیریت آبیاری	سطوح نیتروژن	عملکرد بیولوژیکی (kg/h)	عملکرد علوفه (kg/h)	عملکرد دانه (kg/h)	شاخص برداشت	بهره‌وری آب دانه (kg/m^3)	بهره‌وری آب بیولوژیکی (kg/m^3)	شاخص سطح برگ
آب رودخانه	٪ ۱۰۰	۱۵۳۳۵/۳۵^{a}	۱۱۰۲۴/۹۰^{a}	۴۳۱۰/۴۵۰^{a}	۲۸/۱۴۵^{a}	۰/۳۲۶^{a}	۱/۱۶۱^{a}	۵/۱۷۰^{a}
کارون	٪ ۵۰	۱۲۲۳۹/۵۴^{bc}	۹۲۵۸/۵۴^{bc}	۲۹۸۰/۹۹۷^{ab}	۲۴/۳۶۷^{b}	۰/۲۲۵^{bc}	۰/۹۲۷^{bc}	۴/۵۳۰^{bc}
زهاب	٪ ۱۰۰	۱۳۰۴۲/۶۶^{b}	۹۹۰۸/۸۸^{ab}	۳۱۳۳/۷۷۸^{ab}	۲۴/۰۶۲^{b}	۰/۲۳۷^{b}	۰/۹۸۸^{b}	۴/۶۳۷^{b}
	٪ ۵۰	۱۰۸۷۸/۴۹^{c}	۸۳۱۸/۰۹^{c}	۲۵۶۰/۴۰۳^{b}	۲۳/۵۲۴^{b}	۰/۱۹۴^{c}	۰/۸۲۴^{c}	۴/۰۵۳^{c}

میانگین‌های عددی با یک حروف مشترک در هر ستون ازنظر آماری بر اساس آزمون توکی در سطح ۵ ٪ تفاوت معنی‌دار ندارد.

همچنین بهره‌وری مجموع آب کارون و زهاب، نسبت عملکرد محصولات به حجم آب استفاده‌شده از دو منبع رودخانه کارون و زهاب گفته می‌شود.

مقایسه‌ی حجم آب مصرفی برای هر سه گیاه موردمطالعه در جدول (۹) نشان داده‌شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده برای گیاه ذرت مشاهده شد که بهره‌وری آب به میزان مطلوب بود. نتایج برای گیاه سویا، با توجه به یکسان بودن حجم آب داده‌شده به هر تیمار، نشان داد که نوع آب آبیاری اختلاف معنی‌داری بر بهره‌وری عملکرد رویشی نداشت و میزان بهره‌وری آب در اثر آبیاری با زهاب ۴/۴۸ درصد نسبت به آبیاری با آب رودخانه کارون کاهش داشت. بیشترین و کمترین مقدار به‌دست‌آمده به ترتیب مربوط به تیمارهای آبیاری با آب کارون با تأمین ۱۰۰٪ نیاز کودی (۱/۹۰۳ کیلوگرم بر مترمکعب) و آبیاری با آب کارون با تأمین ۵۰٪ نیاز نیتروژن (۱/۱۰۹ کیلوگرم بر مترمکعب) بود.

بهره‌وری آب در گیاه آفتابگردان نیز تحت تأثیر نوع آب آبیاری قرار گرفت و آبیاری با زهاب در سطح احتمال ۱ درصد ($P<0.01$) بر بهره‌وری دانه و بهره‌وری بیولوژیکی به ترتیب کاهشی برابر ۲۲/۱۱ و ۱۳/۲۲ درصد ایجاد کرد. تیمار آبیاری با آب کارون و تأمین ۱۰۰٪ نیاز کودی و تیمار آبیاری با زهاب و تأمین ۵۰٪ نیاز کودی به ترتیب بیشترین (۰/۸۲۴ کیلوگرم بر مترمکعب آب) و کمترین (۰/۳۲۶ کیلوگرم بر مترمکعب آب) بهره‌وری آب برای دانه را داشتند. این تیمارها به ترتیب بیشترین (۱/۱۶۱ کیلوگرم بر مترمکعب آب) و کمترین (۰/۸۲۴ کیلوگرم بر مترمکعب آب) بهره‌وری آب برای عملکرد بیولوژیکی را نیز نشان دادند.

نتایج همچنین نشان داد که تأثیر کاهش نیتروژن مصرفی بیشتر از کیفیت آب آبیاری بر صفات موردبررسی اثر داشت. در آبیاری معمولی بیشترین آب مصرفی به میزان ۱۳۳۸۰ مترمکعب در هکتار، صرف کشت ذرت و کمترین مقدار آب مصرفی به کشت سویا (۹۰۱۵ مترمکعب در هکتار) اختصاص داشت. صرفه‌جویی آب آبیاری با کیفیت بالا در سیستم آبیاری سریالی در مرحله اول و در قطعه زمین B، ۶۵۲۵ مترمکعب در هکتار و در مرحله دوم و زمین C، ۹۷۰۰ مترمکعب در هکتار بود. میزان آب باکیفیت (آب رودخانه کارون) استفاده‌شده در سیستم سریالی ۴۵/۵۹ درصد کاهش نسبت به آبیاری معمولی داشت. باوجوداین کاهش مصرف آب، میزان عملکرد علوفه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در سیستم آبیاری سریالی نسبت به آبیاری معمولی به ترتیب ۳/۸۷، ۵/۹۲ و ۴/۵۴ درصد کاهش نشان داد. بیشترین افزایش بهره‌وری در سیستم آبیاری سریالی، برای قطعه زمین B و کشت سویا، مربوط به بهره‌وری آب بیولوژیکی بود که از ۱/۴۹۷ کیلوگرم بر مترمکعب در سیستم آبیاری معمولی به ۵/۱۸۱ کیلوگرم بر مترمکعب در سیستم آبیاری سریالی (۲/۹۷ برابر) رسید. بیشترین افزایش بهره‌وری در سیستم آبیاری سریالی برای قطعه زمین C مربوط به بهره‌وری آب علوفه (ماده خشک) بود که از ۰/۷۶۸ به ۲/۶۰۳ کیلوگرم بر مترمکعب (۳/۳۹ برابر) رسید. این افزایش درنتیجه میزان زهاب موجود و نوع گیاه کشت‌شده به دست آمد. همچنین بهره‌وری آب باکیفیت (آب رودخانه کارون) در عملکرد علوفه کل، دانه کل و بیولوژیکی کل برای سیستم آبیاری

Archive of SID

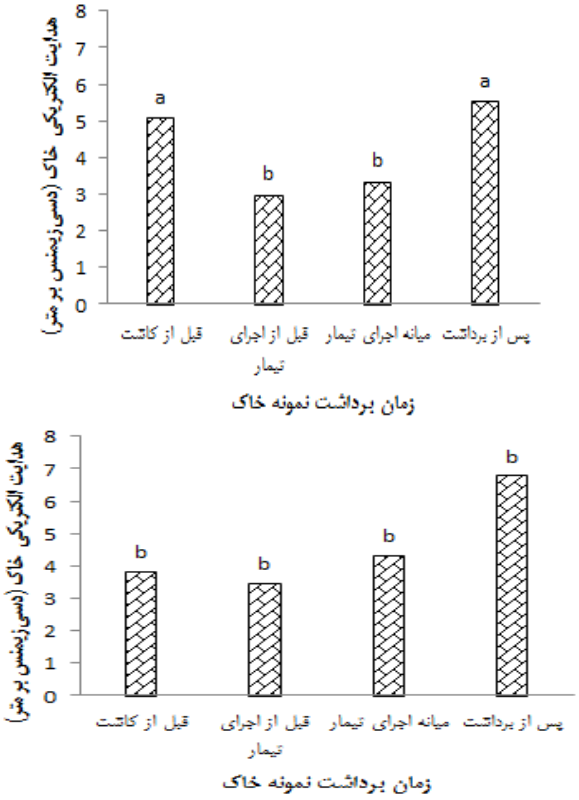
www.SID.ir

سریالی نسبت به آبیاری معمولی به ترتیب به میزان ۷۶/۶۷، ۷۲/۹۵، ۷۵/۴۵ درصد افزایش داشت. کمترین افزایش بهره‌وری آب از ۰/۲۷۶ به ۰/۸۲۱ کیلوگرم بر مترمکعب، مربوط به عملکرد دانه آفتابگردان بود که در سیستم آبیاری سریالی ۲/۹۷ برابر آبیاری معمولی شد.

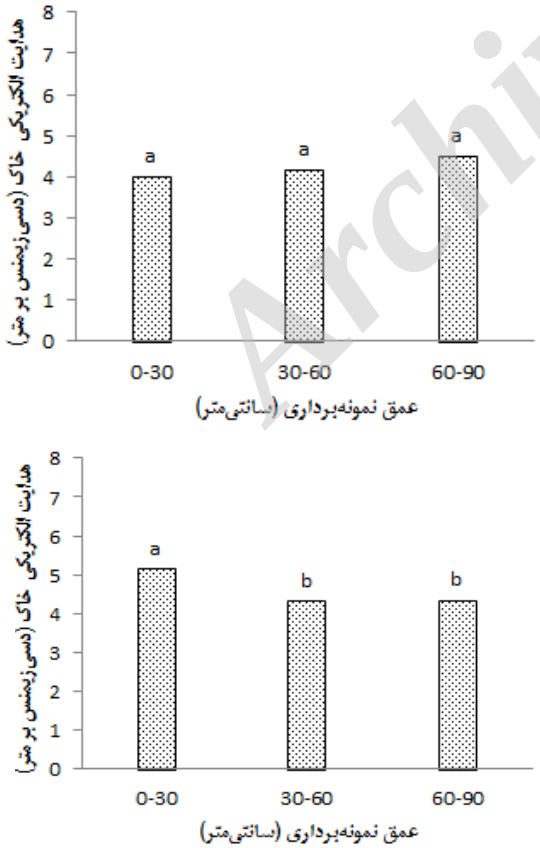
جدول ۹. مقایسه حجم آب مصرفی، عملکرد و بهره‌وری آب کارون و مجموع آب کارون و زهاب استفاده‌شده در روش‌های آبیاری معمولی و سریالی

نوع آبیاری	محصولات	حجم آب مصرفی (m^3/ha)		عملکرد علوفه (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	عملکرد بیولوژیکی (kg/ha)	بهره‌وری آب علوفه (kg/m^3)		بهره‌وری آب دانه (kg/m^3)		بهره‌وری آب بیولوژیکی (kg/m3)	
		زهاب	رود کارون				آب کارون	آب کارون و زهاب	آب کارون	آب کارون و زهاب	آب کارون	آب کارون و زهاب
معمولی	ذرت	–	۱۳۳۸۰	۱۸۳۳۲/۷	۹۴۰۱/۶۸	۲۶۰۸۶	۱/۳۷۰	-	۰/۷۰	-	۱/۹۴۹	-
	سویا	–	۹۰۱۵	۱۳۴۹۶/۹	–	۱۳۴۹۶/۹	۱/۴۹۷	-	–	-	۱/۴۹۷	-
	آفتابگردان	–	۱۳۲۰۰	۱۰۱۴۱/۷	۳۶۴۵/۷	۱۳۷۸۷/۴	۰/۷۶۸	-	۰/۲۷۶	-	۱/۰۴۴	-
	کل	–	۳۵۵۹۵	۴۱۹۷۱/۳	۱۳۰۴۷/۳۸	۵۳۳۷۰/۳	۱/۱۷۹	-	۰/۳۶۶	-	۱/۴۹۹	-
سریالی	ذرت	–	۱۳۳۸۰	۱۸۳۳۲/۷	۹۴۰۱/۶۸	۲۶۰۸۶	۱/۳۷۰	-	۰/۷۰۲	-	۱/۹۴۹	-
	سویا	۶۵۲۵	۲۴۹۰	۱۲۹۰۲/۰۲	–	۱۲۹۰۲/۰۲	۵/۱۸۱	۱/۴۳	–	–	۵/۱۸۱	۱/۴۳
	آفتابگردان	۹۷۰۰	۳۵۰۰	۹۱۱۳/۴۸	۲۸۷۴/۰۹	۱۱۹۶۰/۵۷	۲/۶۰۳	۰/۶۹۰	۰/۸۲۱	۰/۲۱۷	۳/۴۱۷	۰/۹۰۶
	کل	۱۶۲۲۵	۱۹۳۷۰	۴۰۳۴۸/۲	۱۲۲۷۵/۷۷	۵۰۹۴۸/۵۹	۲/۰۸۳	۱/۱۳	۰/۶۳۳	۰/۳۴۴	۲/۶۳۰	۱/۴۳

نتایج ارزیابی خاک مزرعه نشان داد که نوع آب آبیاری اثر معنی‌داری بر هدایت الکتریکی خاک دو مزرعه آفتابگردان و سویا نداشت ($P<0.05$). با بررسی اثر زمان برداشت نمونه‌های خاک بر میزان هدایت الکتریکی خاک در مزرعه سویا، مشاهده شد که پیش از اعمال تیمار آبیاری و در میانه اعمال تیمار آبیاری، هدایت الکتریکی خاک کاهش یافت (شکل ۲).



شکل ۲. هدایت الکتریکی خاک در مراحل قبل از کاشت، پیش از اجرای تیمار، میانه اجرای تیمار و پس از برداشت در محصولات سویا (سمت راست) و آفتابگردان (سمت چپ)



شکل ۳. هدایت الکتریکی خاک در عمق‌های مختلف در محصولات سویا (سمت راست) و آفتابگردان (سمت چپ)

Archive of SID

www.SID.ir

درحالی‌که هدایت الکتریکی خاک در مزرعه آفتابگردان در طول آزمایش تغییرات معنی‌داری نداشت. در هر دو مزرعه، آبیاری با آب کارون (پیش از اعمال تیمار) سبب کاهش هدایت الکتریکی خاک شده است که سهم کاهش هدایت الکتریکی در مزرعه سویا بیش از مزرعه آفتابگردان بود. پس از اعمال تیمار آبیاری، هدایت الکتریکی خاک در هر دو مزرعه روند صعودی داشت.

هدایت الکتریکی خاک در مزرعه سویا با افزایش عمق نمونه‌برداری افزایش نشان داد (شکل ۳). گرچه این افزایش ازنظر آماری معنی‌داری نبود ولی می‌توان وجود سیستم زهکشی را مسبب آبشویی املاح به عمق‌های پایین‌تر دانست. بااین‌وجود، این تغییرات در مزرعه آفتابگردان مشاهده نشد. در این مزرعه سیستم زهکشی وجود نداشت؛ بنابراین به علت وجود پدیده تبخیر از سطح خاک، تجمع املاح در لایه‌ی سطحی خاک مشاهده شد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که آبیاری با زهاب تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزا عملکرد سویا تا مرحله رویشی نداشته است و آبیاری به‌وسیله زهاب تولیدشده در قطعه زمین A، باعث کاهش عملکرد و اجزای آن در گیاه سویا نشده است. همچنین در کشت آفتابگردان و قطعه زمین C باوجود معنی‌دار بودن اختلاف ایجادشده در اثر نوع آبیاری و آبیاری با زهاب، حداقل و حداکثر کاهش ایجادشده درنتیجه آبیاری با زهاب به ترتیب به میزان ۷/۸۵ درصد مربوط به ارتفاع بوته و ۲۱/۹ مربوط به عملکرد دانه می‌باشد که با توجه به افزایش بهره‌وری و صرفه‌جویی انجام‌شده برای آب باکیفیت، میزان ناچیزی است. از طرفی در هر دو قطعه زمین B و C تغییر سطوح نیتروژن تأمین‌شده برای گیاه اثر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد در سطح ۵ درصد و یک درصد داشته است. همچنین نتایج نشان داد برتری سیستم آبیاری سریالی نسبت به آبیاری معمولی در میزان صرفه‌جویی آب با کیفیت مطلوب به میزان ۴۵/۵۹ درصد و افزایش بهره‌وری آب به میزان حداقل ۲ برابر بود. علاوه بر این، استفاده از سیستم آبیاری سریالی و استفاده متوالی از زهاب به‌عنوان آب آبیاری نتایج بسیار خوبی در افزایش بهره‌وری و افزایش میزان تولید به ازای آب مصرفی نشان داد.

REFERENCES

Babaei Aghdam, J., Abdi, M., Seyfzadeh, S., & Khiavi, M. (2009). The effect of nitrogen fertilizer and bush density on seed yield and yield components of Azargol sunflower cultivar in Takestan region, Iran. *Agroecology Journal (Journal of New Agricultural Science)*, 4(14), 1-12. (In Farsi).

Banisaeidi, A. (2012). Effect of nitrogen on yield, grain yield components and nitrogen use efficiency of sunflower cultivars (Heliantus annus L.) in Khozestan environmental conditions. *Crop Physiology*, 4(15), 71-86. (In Farsi).

Beese, F., & Moshrefi, N. (1985). Physiological reaction of Chile – pepper to water and salt stress proceeding of the Third International Drip. *Trickle Irrigation Congress*, November, Fresno, California, USA, 18-21.

Besharati, H., & Aghajani, A. (2014). Effect of Salinity Stress on Biological Nitrogen fixation and growth indices of two soybean varieties at different phenological stages. *Iranian Journal of Soil Research*, 28(2), 285-293. (In Farsi).

Bonaiti, G., & Borin, M. (2010). Efficiency of controlled drainage and subirrigation in reducing nitrogen losses from agricultural fields. *Agricultural Water Management*, 98(2), 343-352.

Borzouei, A., Hashempour, N., & Paknejad, F. (2015). Effects of different levels of salinity and nitrogen fertilizer on some physiological and biochemical characteristics of two wheat cultivars at tillering stage. *Journal of Greenhouse Culture Science and Technology*, 5(20), 177-191. (In Farsi).

Bourgeals-Chaillou, P., Perez-Alfo, F., & Guerrier, C. (1992). Comparative effect of N sources on growth and physiological responses of soybean exposed to NaCl stress. *Exp. Bot*, 43(254), 1225-1233.

Caterina, R., Giuliani, M., Rotunno, T., Caro, A., & Flagella, Z. (2007). Influence of salt stress on seed yield and oil quality of two sunflower hybrids. *Applied Biology*, 151(2), 145-154.

Cucci, G., Rotunno, T., Caro, A., Lacolla, G., Caterina, R., & Tarantino, E. (2007). Effects of saline and sodic stress on yield and fatty acid profile in sunflower seeds. *Italian Journal of Agronomy*, 2(1), 13-21.

Dehghani, M., Shiresmaeili, G., & Parsadoost, F. (2014). Effects of Irrigation Water Salinity on Three Commercial Sunflower Hybrids. *Journal of Water Research in Agriculture*, 28(1), 191-200. (In Farsi).

Diaz, F., Benes, S., & Grattan, S. (2013). Field performance of halophytic species under irrigation with saline drainage water in the San Joaquin Valley of California. *Agricultural Water Management*, 118(1), 59-69.

Feizi, M. (2004). Effect of saline irrigation water on sunflower yield. *Journal of Soil and Waters Sciences*, 18(2). (In Farsi).

Archive of SID

www.SID.ir

Feizi, M., Farkhondeh, A., Mostafazadeh Fard, B., Mousavi, S. F. (2011). Effect of Irrigation Water Quality on Cantaloupe Yield and Yield. *Iranian Journal of Water Research in Agriculture (Formerly Soil and Water Science)*, 24(2): 145-154.

Flagella, z., Giuliani, M., Rotunno, T., Di Caterina, R., & Decaro, A. (2003). Effect of saline water on oil yield and quality of a high oleic sunflower (heliantus annuus l) hybrid. *Europe Agronomy*, 99.

Goupta, E., & Para, R. (1981). Salinity increases cadmium uptake by wheat and swiss from soil amended with biosolids. J.Soil Res.38:37-45.

Heuer, B., Ravina, I., & Davidov, S. (2005). Seed yield, oil content, and fatty acid composition of stock (Matthiola incana) under saline irrigation. *Agric*, Res 56, 45-47.

Jury, W., Tuli, A., & Letey, J. (2003). Effect Of Travel Time On Management Of A Sequential Reuse Drainage Operation. Soil Sci. Soc Am. Journal, 67, pp. 1122-1126.

Kenneth, K., Tanji, N., & Kielen, C. (2002). Food and agriculture organization of the nations. In *Agricultural Drainage Water Management in Arid and Semi-Arid Areas.* Rome.

Khan, F., Siddiqi, T., Zzafar, M., & Ahmad, A. (2009). Morphological changes and antioxidant defence systems in soybean genotypes as affected by salt stress. *Plant Interact*, 4(4), 295-306.

Khaninezhad, S., Kafi, M., Khazaee, H., Shabahang, J., & Nabati, J. (2013). Evaluation of nitrogen and phosphorous levels on yield and characteristics of Kochia Scoparia in irrigation with two saline waters. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 11(2), 275-282. (In Farsi).

Kiani, S., Alizadeh, O., Bazr Afshan, F., & Zakernezhad, S. (2012). Investigaition The effect of mulch application, Hand weeding weeds and plant density on yiled and yiled comonenets of sweet corn KSC (403) in Ahvaz. *Crop Physiology*, 4(13), 53-69. (In Farsi).

Mashal, M., Kamrani, J., & Mirzaie Asli, F. (2013). Water table management effects on quantity and quality of water drains out of Underground drainage. *Water and Irrigation Management*, 3(1), 135-145. (In Farsi).

Ming, C., Kang, Y., ShuQin, W., & ShiPing, L. (2009). Drip irrigation with saline water for oleic sunflower. *Agricultural Water Management*, 96(12), 1766-1772.

Nobre, R., Gheyi, H., Soares, F., & Cardoso, J. (2011). Sunflower production under saline stress and nitrogen fertilization. *Journal of Revista Brasilia*, 35(3), 929-937.

Rostami Hir, M., Ghaleshi, S., Soltani, A., & Zeynali, E. (2004). Symbiolic nitrogen fixation in soybean cultivars (Glycine Max L.). *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 11(2), 127-136. (In Farsi).

Sadeghilari, A., Moazed, H., Naseri, A., Mahjobi, A., & Liaghat, A. (2014). Water Table Fluctuation, Drainage Rate and Nitrogen Dynamic in the Farms of Sugarcane Cropping with Controlled Drainage System. *Journal of water and soil .mashhad*, Vol.27, No.6, 1077-1089. (In Farsi).

Soltani mohammadi, A., Kashkouli, H., Naderi, A., & Boroumandnasab, S. (2011). Interaction of water and salinity stresses on yield and yieldcomponents of maize during different in Ahvaz climate conditions. *Iranian Water Research Journal*, 5(9), 161-170. (In Farsi).

Velagaleti, R., & Schwetzer, S. (1995). Hand book of plant and physiology. In M. Pessarakli, *General effects salt stress on growth and symbiotic nitrogen fixation in soybean* (pp. 461-471). Public. Dekker.

Weisany, W., Sohrabi, Y., Ahmadi, H., & Abasi, H. (2013). The effect of salinity stress and the Application of zinc on the chlorophyll content, soluble proteins, growth, yield and the mineral nutrients of soybean (Glycine Max L.) . *Plant and Ecosystem*, 9(34), supplement 1, 75-96. (In Farsi)

Archive of SID

www.SID.ir