+مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۲۷ ، شماره ۴، سال ۱۳۹۰

اثر تنش شوری و کم آبی بر تولید زیست توده کوشیا (*Kochia scoparia*) و روند شوری خاک

Effect of Salinity and Water Deficit Stresses on Biomass Production of Kochia (*Kochia scoparia*) and Trend of Soil Salinity

معصومه صالحی[۱]، محمد کافی[۲] و علیرضا کیانی[۳]

۱- پژوهشگر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان
۲- استاد، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
۳- عضو هیأت علمی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۹/۳

چکیده

صالحی، م.، کافی، م. و کیانی، ع. ر. ۱۳۹۰. اثر تنش شوری و کم آبی بر تولید زیست توده کوشیا (*Kochia scoparia*) و روند شوری خاک. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۷ (۴):** ۴۳۳ - ۴۱۷

به منظور بررسی امکان آبیاری کوشیا با آب شور و هم چنین کاربرد کم‌آبیاری در این گیاه، آزمایشی با ۶ سطح آب شور (۱/۵dS/m، ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ و ۳۵) و سه سطح کاربرد آب (۲۵، ۷۵ و ۱۲۵٪ نیاز آبی) در سال ۱۳۸۷ بصورت کشت تابستانه و چهار سطح کاربرد آب (۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵٪) در سال ۱۳۸۸ بصورت کشت بهاره انجام شد. نتایج نشان داد که کوشیا میزان قابل توجهی زیست‌توده در شرایط مناسب در کشت تابستانه (۱۴ تن در هکتار) و کشت بهاره (۳۴ تن در هکتار) تولیدکرد. تحت تنش شدید در کشت بهاره و تابستانه تا ۱۶ و ۸ تن در هکتار زیست توده تولید کرد. میزان تحمل به شوری کوشیا با افزایش مصرف آب افزایش یافت. استنباط می‌شود که کوشیا آب بیشتری را از عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری خاک جذب کرد. میزان شوری در این سطح کمتر از عمق ۳۰-۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک است. بنابراین جذب آب از این عمق موجب افزایش تحمل کوشیا به شوری آب آبیاری گردید. بیشترین تجمع شوری در دو سال اجرای آزمایش در عمق ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک مشاهده شد. با توجه به پتانسیل بالای تولید و تحمل به شوری کوشیا این گیاه پتانسیل تبدیل شدن به یک گیاه علوفه‌ای و سوخت زیستی را با استفاده از آب شور در نواحی نیمه خشک دارد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، شوری خاک ، شورزیست‌ها و وزن خشک اندام هوایی.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: salehimasomeh@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

ایران کشوری است با نواحی ساحلی، مرداب‌های شور وسیع همراه با اکوسیستم‌ها و رودهای شور و ۹۰٪ سطح کشور در نواحی خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته است (Qureshi, *et al.*, 2007; Akhani, 2006). در طول دهه‌های اخیر راهکارهای متفاوتی برای بهره برداری از آب و خاک شور در ایران مورد استفاده قرار گرفته است (Qureshi *et al.*, 2007). شورزیست‌ها گیاهانی هستند که قادرند چرخه زندگی خود را تحت شرایط شور کامل کنند (Yensen, 2006). کشت شورزیست‌ها از گونه‌های بومی و خارجی یک برنامه گسترده در ایران است و اهداف آن استفاده از شورزیست‌ها به عنوان گیاهان علوفه‌ای، سبزی، زینتی و گیاهان پوششی در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد (Akhani, 2006). آخانی (Akhani, 2006) بیان کرد که ۳۶۵ گونه از ۱۵۱ جنس و ۴۴ خانواده از گیاهان ایران به عنوان شورزیست شناسایی شده‌اند.

گیاهان زراعی کشت شده در اراضی خشک و نیمه خشک با مشکل تنش‌های شوری و خشکی مواجه هستند. تحت هر دو تنش خشکی و شوری نسبت به حالتی که با هر یک از این تنش‌ها به تنهایی مواجه هستند، مشکل بیشتری برای استخراج آب از خاک خواهند داشت (Homaee, 1999). تاثیر شوری و خشکی به پتانسیل اسمتیک و ماتریک ارتباط دارد (Kiani and Abbasi, 2009; Shalhevet, 1994). هر دو پتانسیل ماتریک و اسمزی موجب حرکت آب از خاک به گیاه می‌گردد. هرچندکه، گیاهان تحت تنش شوری یکسری اسمولیت‌های سازگاری برای منفی‌تر نمودن محلول سلولی خود تولید می‌کنند که موجب افزایش تحمل به شوری می‌شود. بنابراین یک واحد افزایش فشار ایجاد شده با تنش خشکی بیشتر از یک واحد افزایش فشار با تنش شوری خواهد بود (Sepaskhah and Boersma, 1979; Parra and Cruz Romero, 1980; Jenson, 1982). ضریب رگرسیون خطی برای کاهش عملکرد گیاهان زراعی به عنوان تابعی از کمبود رطوبت دو تا سه برابر بیشتر از ضریب اسمزی است (Shalhevet and Hsiao, 1986; Meiri, 1984). این اثر جدا از اثر سمیت یون‌ها و عدم تعادل یونی می‌باشد (Munns and Tester, 2008).

مطالعات متعدد نشان داده است که در اراضی شور کوشیا تولید زیست توده قابل توجهی می‌کند (Green *et al.*, 1986; Steppuhn *et al.*, 2005; Jami Al Ahmadi and Kafi, 2008; Kafi *et al.*, 2010). علاوه بر اینکه کوشیا در خاک‌های غیر شور به خوبی رشد می‌کند در خاک‌های شوری که سایر گیاهان زراعی قادر به رشد نیستند به خوبی رشد می‌کند (Miyamoto *et al.*, 1992). علاوه بر مقاومت

Archive of SID

www.SID.ir

به شوری، کوشیا به دلیل ریشه عمیق به خوبی برای جذب آب رقابت می‌کند (Foster, 1980; Madrid *et al.*, 1996). شرود (Sherrod, 1971) گزارش کرد که تولید ماده خشک در کوشیا تحت شرایط بدون آبیاری و با آبیاری به حدود ۱۱/۳ و ۲۶ تن در هکتار می‌رسد (Foster, 1980). تحمل به شوری و خشکی کوشیا موجب شده این گیاه به عنوان یک گیاه علوفه‌ای هنگامی که با آب شور در نواحی خشک آبیاری می‌شود مورد توجه قرار گیرد (Jami Al Ahmadi and Kafi, 2008). کوشیا یک گیاه علوفه‌ای خوشخوراک شناخته شده است (Green *et al.*, 1986). فینلی و شرود (Finley and Sherrod, 1971) نشان دادند که میزان پروتئین خالص می‌تواند بین ۱۳/۵-۲۴٪ در مرحله قبل و یا هنگام گلدهی باشد. این گیاه به عنوان یک سوخت زیستی نیز مناسب می‌باشد چون تداخل با تولید غذا و علوفه در اراضی مستعد ندارد و زیست توده قابل توجهی تولید می‌کند (Kernan *et al.*, 1986).

در بیشتر آزمایشات تاثیر تنش خشکی و شوری به طور جداگانه در کوشیا مورد بررسی قرار گرفته است. اما اطلاعات محدودی در مورد اثر هر دو تنش با هم بر تولید زیست توده کوشیا وجود دارد. این تحقیق به منظور بررسی تنش خشکی و شوری بر تحمل به شوری کوشیا و بررسی تاثیر مقدار و کیفیت آب کاربردی بر میزان رطوبت خاک و روند شور شدن خاک در دو سال در کشت تابستانه و بهاره در مزرعه اجرا شد.

مواد و روش‌ها

دو آزمایش مزرعه‌ای در تابستان ۱۳۸۷ و بهار و تابستان ۱۳۸۸ در مزرعه نمونه ارتش در شمال استان گلستان انجام شد. این مکان در طول و عرض جغرافیایی به ترتیب ´۴۲ °۵۴ شرقی و ´۱۲ °۳۷ شمالی و ۵ متر زیر سطح دریا قرار گرفته است. میانگین بارندگی سالانه آن ۳۳۰ میلی‌متر است که بیش از ۸۰٪ آن در پاییز و زمستان دریافت می‌شود. مجموع میزان بارندگی در کشت تابستانه ۵۱ و در کشت بهاره ۱۶۵ میلی‌متر بود (شکل ۱). حداکثر دمای هوا در طول فصل $40^{o}C$ و رطوبت نسبی این منطقه ۷۰٪ می باشد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ خلاصه شده است.

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال که در آن شوری به عنوان عامل اصلی و کم‌آبی به عنوان عامل فرعی اجرا شد. تیمارهای شوری شامل شش سطح شوری آب ۱/۵ (S1)، ۷ (S2)، ۱۴ (S3)، ۲۱ (S4)، ۲۸ (S5) و ۳۵ dS/m (S6) و میزان آب کاربردی بر اساس ۲۵ (AW1)، ۷۵ (AW2) و ۱۲۵ ٪ (AW3) نیاز آبی در سال ۱۳۸۷ و ۵۰(AW1)، ۷۵(AW2)، ۱۰۰ (AW3) و ۱۲۵٪ (AW4) نیاز آبی در سال ۱۳۸۸ بود. حجم آب کاربردی برای هر تیمار با کنتور با

Archive of SID

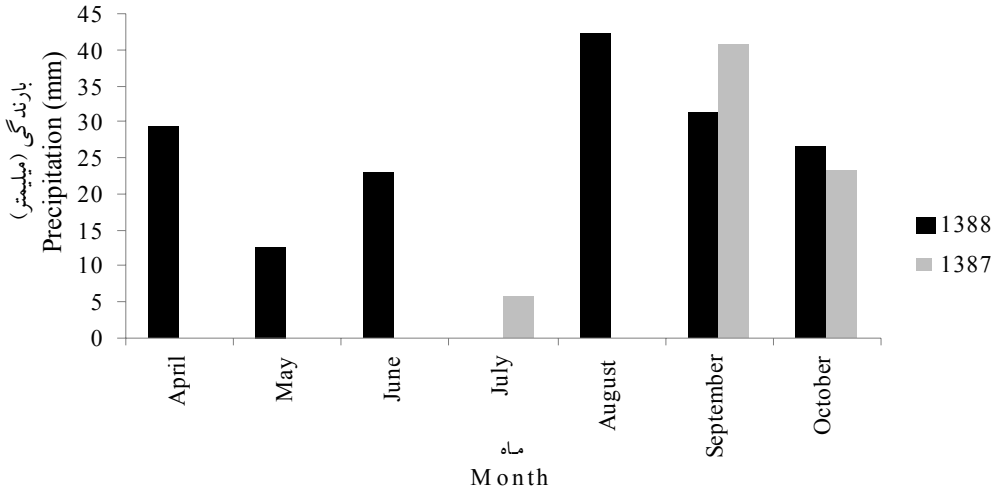
www.SID.ir

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش
Table 1. Physical and chemical properties of soil of the experimental field

عمق خاک (سانتی‌متر) Soil depth (cm)	θ_{FC} (%)	θ_{PWP} (%)	Bd (g/cm^{-3})	EC_e (dS /m)	pH	Texture	θs(%)
0-30	23.4	13.0	1.50	7.01	7.7	Si-Cl-L	41.56
30-60	22.5	11.8	1.47	9.52	7.69	Si-Cl-L	42.83
60-90	23.5	11.6	1.40	7.84	7.65	Si-Cl-L	43.73

θ_{fc} و θ_{pwp}= رطوبت وزنی خاک در ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائمی، Bd= وزن مخصوص ظاهری، ECe= هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، θ_s = رطوبت خاک در حالت اشباع و Si-Cl-L= سیلتی، رسی و لومی.

θ_{FC} and θ_{PWP} = Gravimetric soil water content at field capacity and permanent wilting point, respectively; Bd = Bulk density; EC_e = Soil extract electrical conductivity; θs = saturated soil water content, Si-Cl-L = Silty Clay Loam.



شکل ۱- بارندگی ماهانه (میلیمتر) در طی فصل رشد در دو سال زراعی ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸
Fig. 1. Monthly precipitation (mm) during 2008 and 2009 cropping seasons

دقت ۰/۱ لیتر اندازه‌گیری شد. آب شور برای هر تیمار با مخلوط کردن دو منبع آب شور و آب غیر شور بدست آمد. دو منبع آب در یک مخزن ۵۰۰۰ لیتری مخلوط شدند و میزان شوری آب با EC متر WTW اندازه‌گیری شد. اندازه کرت‌ها ۳×۳ متر در نظر گرفته شد و کرت‌ها از هم سه متر فاصله داشتند. کوشیا در تیر ماه ۱۳۸۷ به عنوان کشت تابستانه و در فروردین ماه ۱۳۸۸ به عنوان کشت بهاره کشت شد. بعد از سبز شدن بذور، بوته‌ها به تعداد ۲۰ بوته در مترمربع تنک شدند (۱۰ سانتی‌متر درون و ۵۵ سانتی‌متر بین ردیف‌ها). منشا بذور از توده سبزوار از خراسان رضوی انتخاب شده بود. در سال ۱۳۸۸ یک آبیاری با کیفیت مناسب برای سبز یکنواخت و چهار آبیاری در طول فصل با آب شور انجام شد. در سال ۱۳۸۷ دو آبیاری با آب غیر شور و سه آبیاری با آب شور انجام گرفت. میزان آب کاربردی بر اساس میزان کمبود رطوبت خاک در تیمار بدون تنش ضرب در ضریب مورد نظر محاسبه شد.

$$SWD = (\theta_{fc} - \theta_i) B_d . D \qquad \text{معادله (۱)}$$

Archive
www.SID.ir

در معادله ۱، SWD کمبود رطوبت خاک (بر حسب میلی‌متر)، θ_{fc} و θ_iرطوبت وزنی خاک در ظرفیت زراعی و قبل از آبیاری، B_d وزن مخصوص ظاهری (گرم در متر مکعب) و D عمق ریشه (میلی‌متر).

نمونه خاک هر هفته دوبار به منظور بررسی روند تغییرات رطوبت خاک و زمان شروع آبیاری از تیمار بدون تنش گرفته شد. به منظور بررسی روند شور شدن خاک و تغییرات رطوبت در طول فصل هشت نمونه خاک از عمق ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ گرفته شد. در اواسط مرحله گلدهی گیاه کوشیا از ۰/۱۶۵ متر مربع (۳۰×۵۵ سانتی‌متر) برداشت شد. میزان ماده خشک بعد از خشک شدن در آون به مدت ۷۲ ساعت اندازه‌گیری شد. میزان تولید زیست توده بر اساس عملکرد نسبی (Yr) که در آن Y عملکرد مطلق و Ym تولید در شرایط غیر شور و یا شوری کم می‌باشد (معادله ۲) (Maas, 1990).

$$Yr = Y / Ym \qquad \text{معادله (۲)}$$

Yr به عنوان تابع آبیاری با آب شور با استفاده از معادله ۳ محاسبه شد که در آن C هدایت الکتریکی آب آبیاری بر حسب dS/m ، C_{50} میزانی از شوری که عملکرد نسبی ۰/۵ باشد و s شیب کاهش منحنی و شاخص تحمل به تنش شوری (STI) بر اساس معادله ۴ محاسبه شد (Steppuhn *et al.*, 2005).

$$Yr = \frac{1}{1 + (C / C_{50})^{\exp(sC_{50})}} \qquad \text{معادله (۳)}$$

$$STI = C_{50} + sC_{50} \qquad \text{معادله (۴)}$$

ضرایب معادلات با استفاده از نرم‌افزار SAS با استفاده از روش NLIN و REG برآورد شد. میانگین زیست‌توده خشک اندام هوایی با استفاده از روش LSD مقایسه شدند.

نتایج و بحث

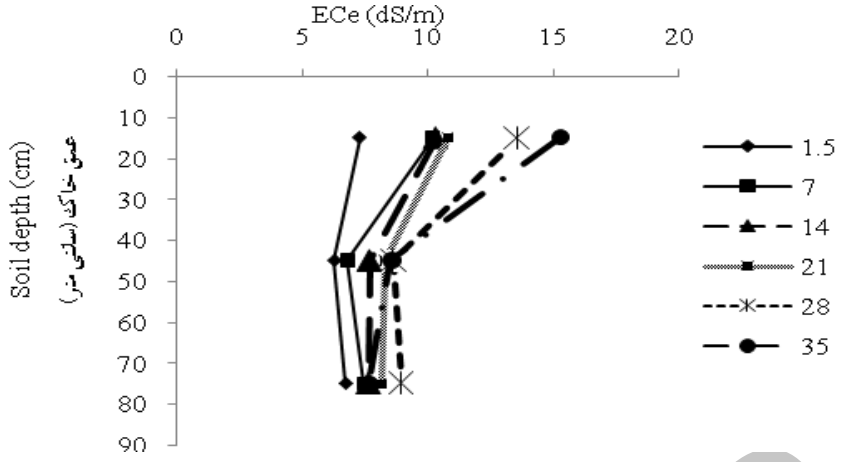
توزیع شوری و رطوبت خاک

ارزیابی هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در کشت تابستانه نشان داد شوری خاک با استفاده از آب شور افزایش یافت. بیشترین تجمع نمک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک مشاهده شد (شکل ۲). جامی‌الاحمدی و کافی (Jami Al Ahmadi and Kafi, 2008) بیان کردند که جوانه‌زنی کوشیا تا شوری ۱۰ dS/m تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد و با افزایش شوری از این حد درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد و بیشترین کاهش در شوری ۲۰ dS/m مشاهده می‌شود. بنابراین برای استقرار کوشیا در سال آینده نیاز است که آبشویی بویژه در تیمار ۲۸ dS/m و ۳۵ به اندازه کافی صورت گیرد.

شکل‌های ۳ a،b و c تغییرات شوری عمق‌های مختلف خاک را در تیمارهای مختلف آب شور نشان می‌دهد. در کلیه تیمارها در سال اول شوری خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری در زمان برداشت نسبت به زمان کاشت افزایش یافت. با افزایش شوری آب آبیاری این تفاوت

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲ - هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (ECe) تحت کشت کوشیا. هر عدد میانگین تیمارهای مصرف آب و سطوح شوری در سال ۱۳۸۷ در طول فصل می‌باشد.

Fig. 2. Electrical conductivity of saturated soil extract (ECe) of soil profile under Kochia. Data show the mean of water treatments and sampling for each salt level in 2008.

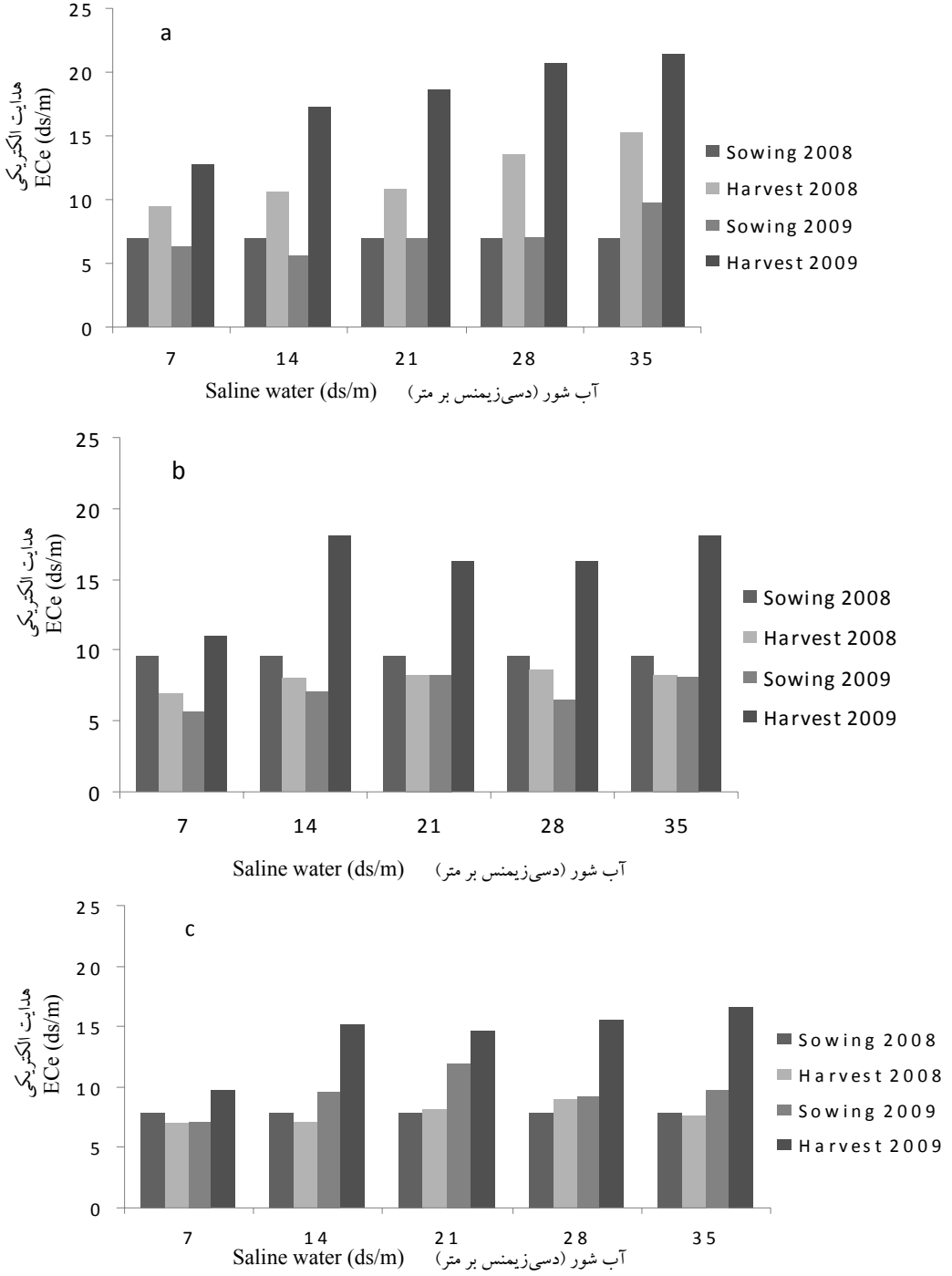
بیشترشد. برای مثال در تیمار ۷ dS/m و ۳۵ به ترتیب ۲۶ و ۴۶٪ افزایش در هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک مشاهده شد. بعد از برداشت کوشیا در مهر ماه تا فروردین سال ۸۸ کشتی در زمین انجام نشد و در این مدت ۲۵۴/۴ میلی‌متر بارندگی اتفاق افتاد. این میزان بارندگی موجب شستشوی املاح و کاهش هدایت الکتریکی به میزان ۶-۳ dS/m از عمق ۳۰-۰ و به میزان ۴-۱ dS/m از عمق ۶۰-۳۰ شد. در حالی میزان شوری در عمق ۹۰-۶۰ در دوسال زراعی افزایش یافت. این نتایج نشان داد که بیشترین میزان تجمع شوری در عمق ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک اتفاق افتاد و بارندگی‌های زمستانه موجب کاهش شوری در سطح خاک شد و شرایط مساعدی را برای کشت سال آینده فراهم کرد. مقایسه شوری سطح خاک در زمان کاشت نشان داد که تنها در تیمار ۳۵ dS/m روند شوری خاک افزایشی بود.

در کشت بهاره با کاربرد آب شور، شوری در عمق ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری افزایش یافت (شکل ۴) و شوری عصاره اشباع خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری بیشترین افزایش را داشت. با افزایش کاربرد آب در تیمار ۱۲۵-۱۰۰٪، شوری عصاره اشباع در عمق خاک نیز افزایش یافت. شالووت (Shalhevet, 1994) و اوستر و همکاران (Oster *et al.*, 2007) بیان کردند افزایش شوری بیش از ۴ dS/m موجب کاهش جذب آب در گیاه آواکادو شد.

تغییرات میزان آب خاک در تیمارهای مختلف در پروفیل خاک در شکل ۵ نشان داده شده است. میزان رطوبت خاک با افزایش مصرف آب، بویژه در تیمار ۱۰۰ و ۱۲۵٪ مصرف آب افزایش یافت. در تیمار ۵۰٪

Archive of SID

www.SID.ir

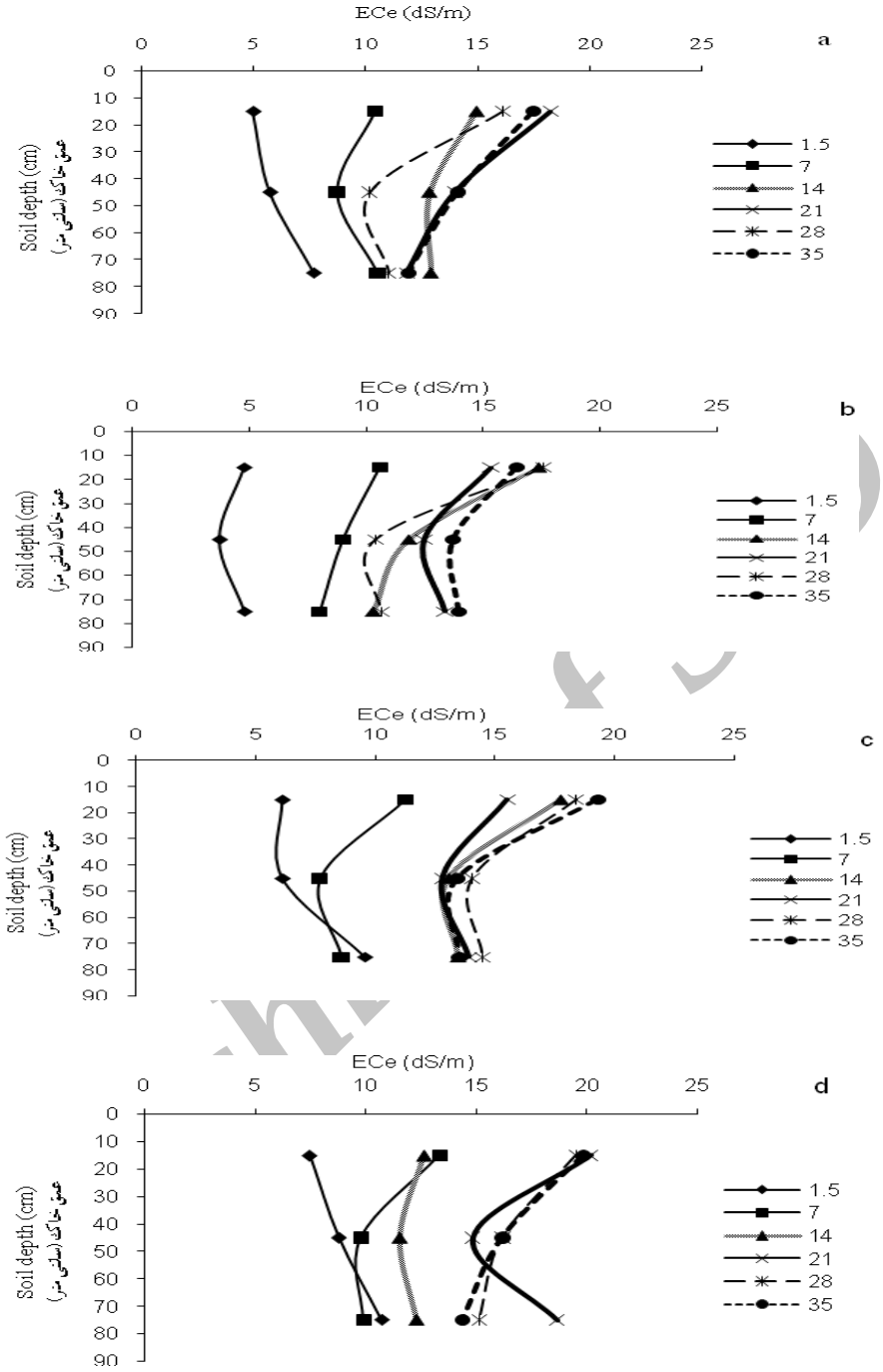


شکل ۳- بررسی روند شوری خاک در چهار زمان کشت و برداشت ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ در سه عمق ۰-۳۰ (a)، ۳۰-۶۰ (b) و ۶۰- ۹۰ (c) سانتی‌متری خاک

Fig. 3. Electrical conductivity of saturated soil extracts (ECe) at four times; sowing and harvesting in 2008, sowing and harvesting in 2009 at a) 0-30, b) 30-60 and c) 60-90 cm soil depth

مصرف آب متوسط رطوبت خاک در طول فصل ۲۲٪ ودر تیمار ۱۰۰٪، ۲۵/۴٪ بود. در

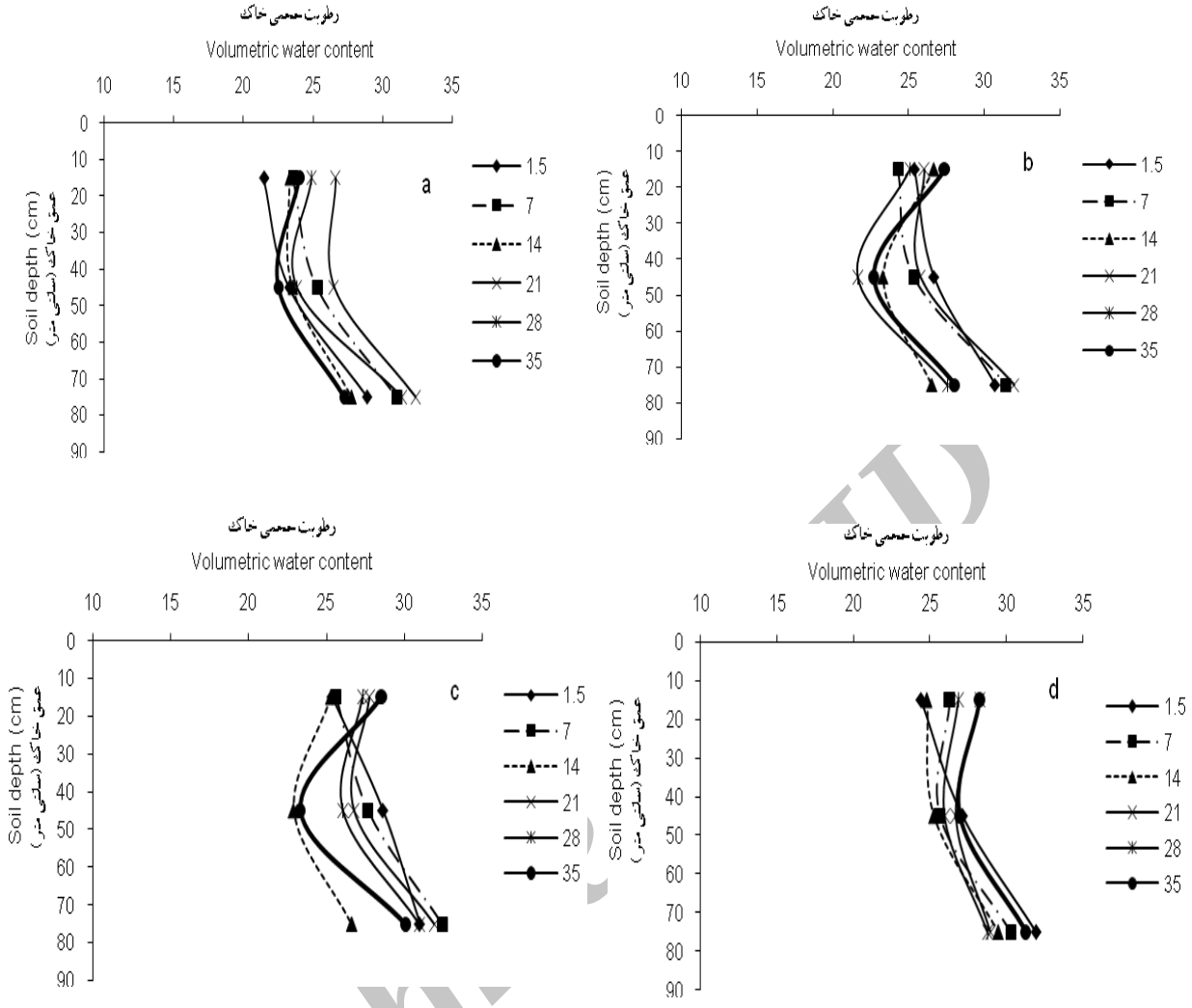
www.SID.ir



شکل ۴- هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در شش سطح شوری و چهار سطح مصرف آب (۵۰٪ (a)، ۷۵٪ (b)، ۱۰۰٪ (c) و ۱۲۵٪ (d)). در عمق‌های ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی متری خاک در سال ۱۳۸۸. داده‌ها میانگین شوری خاک در طول فصل می‌باشد.

Fig.4. Electrical conductivity of saturated soil extracts (ECe) at six salt levels and four amounts of water application (50% (a), 75% (b), 100% (c), and 125% (d) of field capacity) in 0-30 cm, 30-60 cm, and 60-90 cm soil depth in 2009. Mean data for salinity during the season are shown.

www.SID.ir



شکل ۵- رطوبت حجمی خاک در شش سطح شوری و چهار سطح مصرف آب (۵۰٪ (a)، ۷۵٪ (b)، ۱۰۰٪ (c) و ۱۲۵٪ (d)). در عمق‌های ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک در سال ۱۳۸۸. داده‌ها میانگین شوری خاک در طول فصل می‌باشد.

Fig. 5. Volumetric water content (cm^3/cm^3) of soil at six salt levels and four amounts of water application (50% (a), 75% (b), 100% (c), and 125% (d) of field capacity) in 0-30 cm, 30-60 cm, and 60-90 cm soil depth in 2009. Mean data for salinity during the season are shown.

تیمار ۱/۵ dS/m میزان آب خاک بویژه در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری کمتر بود. در تیمار ۱۰۰٪ مصرف آب و ۱/۵ dS/m میزان آب خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک ۲۵/۴٪، در حالی که در تیمار ۳۵ dS/m ، ۲۸/۵٪ بود. شالوت (Shalhevet, 1994) گزارش کرد که شوری میزان تبخیر و تعرق را کاهش می‌دهد و منجر به آهسته‌ترخشک شدن خاک در مقایسه با تیمار غیر شور می‌گردد، در صورتی که فنگ و همکاران (Feng *et al.*, 2003) اعتقاد دارند که

www.SID.ir

این رفتار در نتیجه کاهش رشد در اثر شوری می‌باشد که موجب کاهش میزان تعرق و افزایش رطوبت خاک می‌گردد.

میزان رطوبت در عمق ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک تغییر چندانی در طول فصل نداشت. میزان آب خاک در تیمارهای شور در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری کمتر از ۳۰-۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک بود. هر چند که در تیمار dS/m ۱/۵ و ۷ در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری رطوبت خاک کمتر بود. بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کوشیا در شرایط شور قادر است آب را از محیط غیر شور جذب کند زیرا کوشیا در شرایط شور بیشتر آب را از عمق ۶۰-۳۰ که شوری کمتری دارد جذب می‌کند. جذب از این عمق به تحمل به شوری کوشیا کمک می‌کند. اختلاف در مورفولوژی ریشه نقش مهمی در جذب آب از خاک شور و افزایش تحمل به شوری گیاه دارد (Schleiff, 2008). فلورس و همکاران (Flores *et al.*, 2002) واکنش به شوری گیاهچه‌های گوجه فرنگی با جدا کردن دو طرف سیستم ریشه بررسی کردند. نتایج نشان داد که رشد اندام هوایی زمانی که نصف ریشه با آب شور آبیاری شد بیشتر از زمانی است که تمام ریشه با آب شور و یا غیر شور آبیاری شد و گیاه تنها ۶٪ از نیاز آبی خود را از محیط شور تامین کرد و رشد ریشه در محیط غیر شور بیشتر از محیط شور بود.

بر همکنش شوری و کم آبی بر تولید کوشیا

اثر تنش شوری بر میزان تولید زیست توده خشک کوشیا معنی‌داری بود. هرچند که اثر تنش کم آبی و اثر متقابل دو تنش بر گیاه در کشت بهاره معنی‌دار نبود. در کشت تابستانه اثر شوری و کم‌آبی معنی‌دار و اثر متقابل دو تنش معنی‌دار نبود (جدول ۲).

جدول ۲- خلاصه تجزیه واریانس برای وزن خشک اندام هوایی کوشیا در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸

Table 2. Summary of analysis of variance for shoot dry weight of Kochia in 2008 and 2009

		درجه آزادی df.		میانگین مربعات MS	
S.O.V.	منبع تغییر	2008	2009	2008	2009
Block	تکرار	2	2	2605.16^{ns}	723446.60^{ns}
Salinity	شوری	5	5	369248.97^{**}	4967797.81^{**}
Error a	اشتباه الف	10	10	99398.10	437044.08
Drought	خشکی	3	2	236501.22^{**}	603070.12^{ns}
Drought × Salinity	شوری × خشکی	15	10	48168.21^{ns}	123344.82^{ns}
Error b	اشتباه ب	24	36	5562	413957

**: Significant at the 1% level of probability.
ns: Not significant.

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.
ns: غیرمعنی‌دار.

Archive of SID
www.SID.ir

در کشت بهاره بیشترین زیست توده در تیمار ۱/۵ dS/m و در کشت تابستانه در تیمار ۷dS/m مشاهده شد. در تنش شدید شوری وکم‌آبی در کشت بهاره و تابستانه به ترتیب ۱۶ و ۸ تن در هکتار زیست توده خشک تولید شد (جدول ۳). حداکثر تولید زیست توده اندام هوایی کوشیا ۳۴ و ۱۴ تن در هکتار به ترتیب در کشت بهاره و تابستانه بود (جدول ۳). کافی و همکاران (Kafi *et al.*, 2010) گزارش کردند که کوشیا قادر است ۱۱ تن در هکتار زیست توده در شرایط خراسان تولید کند. تولید کوشیا در تگزاس تحت تنش و آبیاری ۱۱/۳ و ۲۶ تن در هکتار گزارش شده است (Foster, 1980; Sherrod, 1971).

جدول ۳ – میانگین وزن خشک اندام هوایی کوشیا تحت تاثیر سطوح شوری و آبیاری در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸. هر عدد میانگین ۱۲ داده برای سطوح شوری و میانگین ۱۸ داده برای تیمار آبیاری می باشد.

Table 3. Mean shoot dry biomass of Kochia as affected by salinity and irrigation levels in 2008 and 2009. Each value is the average of 12 data for salinity and 18 data for irrigation.

	وزن خشک اندام هوایی (g/m^2) Shoot dry biomass	
	2008	2009
	Salinity (ds/m) شوری	
1.5	1342.1a	3439.6a
7.0	1393.9a	2955.1ab
14	1193.8ab	2701.2bc
21	1013.9bc	2321.4c
28	1017.4bc	2199.6c
35	883.1c	1592.0d
	Irrigation آبیاری	
AW1	1098.4b	2572.4a
AW2	1053.3b	2714.2a
AW3	1270.9a	2573.6a
AW4	-	2279.1a

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حرف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column and for each factor, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level-Using Least Significant Different Test.

در کشت بهاره تابع برازش شده با معادله کاهشی تغییر یافته (معادله ۳) در مقابل تیمارهای شوری دارای ضریب تبیین ۰/۹۸ یا بالاتر و میانگین مربعات ۰/۰۱۲ یا کمتر بود (جدول ۴، شکل ۶). بر مبنای این معادله ۵۰٪ کاهش عملکرد اندام هوایی در شوری ۲۲/۵، ۳۰/۹، ۳۵/۲ و ۲۹/۷ و شیب خط ۰/۰۰۷۶، ۰/۰۱۴، ۰/۰۱۹ و ۰/۰۰۴ در تیمارهای ۵۰٪، ۷۵٪، ۱۰۰٪ و ۱۲۵٪ مشاهده شد. شاخص تحمل به تنش (STI) حاصل از معادله ۴ با ۱۰۰٪ مصرف آب افزایش یافت و در ۵۰٪ مصرف آب در کمترین مقدار بود (جدول ۴). مطالعات برسلر (Bresler, 1987) نشان داد که واکنش گیاهان به شوری بستگی به رطوبت خاک دارد. افزایش

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- ضریب تبیین (R^2)، میانگین مربعات (MSER) و ۹۵٪ حدود اطمینان (CI ۹۵٪) و C_{50} (برحسب dS/m)، s شیب خط و شاخص تحمل به تنش (STI) تابع کاهشی تغییر یافته در تیمارهای مختلف مصرف آب برای وزن خشک اندام هوایی کوشیا در مرحله گلدهی در کشت بهاره. شاخص تحمل به تنش (STI) با استفاده از معادله ۵ محاسبه شده است.

Table 4. Coefficient of determination (R^2), mean square error (MSER) and 95% confident interval (95% CI) and C_{50} (in dS/m), S of non linear regression fitted and STI of the modified discount function for water application (50, 75, 100, and 125% of field capacity) for the relative shoot biomass of kochia harvested at flowering in spring cropping. Salt tolerance index (STI) derived from eq. 5 is shown for each water treatment level.

مصرف آب Water application	ضریب Coefficient	تخمین Estimate	SE	95% CI	R^2	MSER	STI
50	C_{50}	22.520	2.70	15.58- 29.47	0.98**	0.0061	22.69
	S	0.007	0.01	-0.02- 0.03			
75	C_{50}	30.974	4.11	20.39- 41.55	0.98**	0.0120	31.41
	S	0.014	0.01	-0.01- 0.05			
100	C_{50}	35.220	3.72	25.64- 44.89	0.99**	0.0080	35.89
	S	0.019	0.01	-0.01- 0.05			
125	C_{50}	29.681	2.55	23.11- 36.25	0.99**	0.0025	29.81
	S	0.004	0.06	-0.01- 0.02			

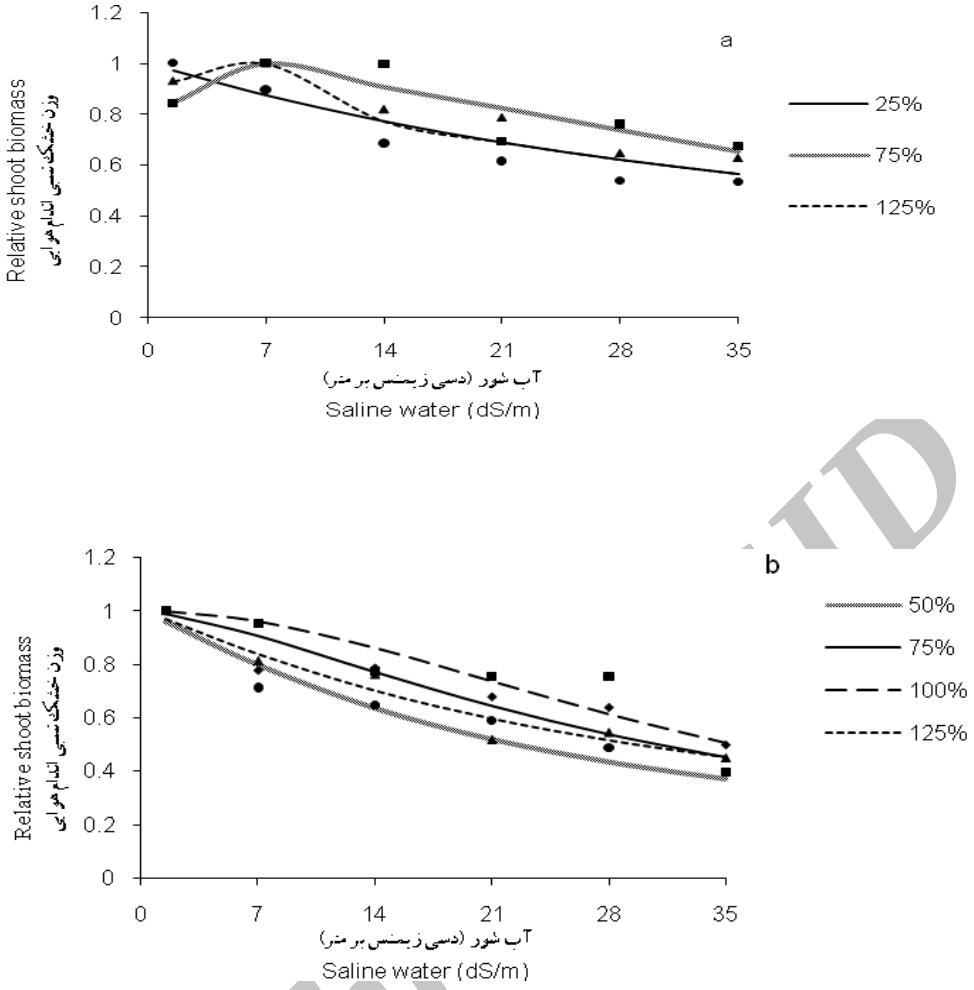
**: Significant at the 0.01 probability level. **: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

در مصرف آب تا ۱۰۰٪ منجر به افزایش سطح تحمل به شوری کوشیا گردید. تنش آبی وشوری تاثیر افزایشی بر کاهش رشد گیاه دارند (Shalhevet and Hsiao, 1986; Parra and Cruz Romero, 1980).

شالوت و همکاران (Shalhevet *et al.*, 1986) گزارش کردند که کم کردن فواصل آبیاری در شرایط شور دارای مزایای مشابه با کم کردن فواصل آبیاری در شرایط غیر شور دارد. در کشت تابستانه میزان تحمل به شوری گیاه با افزایش کاربرد آب تا ۷۵٪ مصرف آب بهبود یافت (جدول ۵). نتایج کشت تابستانه و بهاره نشان داد که با افزایش مصرف آب بیشتر از ظرفیت زراعی میزان تحمل به شوری کوشیا افزایش نیافت. لتی و همکاران (Letey *et al.*, 1985) پیش‌بینی کردند که تاثیر تنش شوری با کاربرد آب کاهش می‌یابد. هر چند شانی و ددلی (Shani and Dudely, 2001) نشان دادند که میزان آب مورد نیاز با افزایش شوری کاهش می‌یابد. بنابراین افزایش مصرف آب تنش شوری را جبران نمی‌کند. به طور کلی تحمل به شوری بیشتر کوشیا در کشت تابستانه نسبت به کشت بهاره احتمالا به دلیل کوتاه‌تر بودن دوره اعمال تنش شوری بود. مانس و تستر (Munns and Tester, 2008) بیان کردند که شورزیست‌ها دارای قابلیت جذب سدیم بوده و در برخی شرایط میزان بالای

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۶- وزن خشک نسبی کوشیا در تیمارهای مختلف مصرف آب (۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵٪) که با معادله ۳ برازش داده شد به عنوان تابعی از آب شور (ECiw) در سال ۱۳۸۷ (a) و سال ۱۳۸۸ (b). در شکل علائم ●، ■ و ▲ داده‌های مشاهده شده برای ۲۵، ۷۵ و ۱۲۵٪ مصرف آب و علائم ●، ♦، ■ و ▲ داده‌های مشاهده شده برای ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵٪ مصرف آب می‌باشد.

Fig. 6. Relative shoot biomass of Kochia at different water treatments (50, 75, 100, and 125% of field capacity) fitted to the discount equation (eq. 3) as a function of saline water (ECiw) in 2008 (a) and 2009 (b). In Figure a, Symbols ●, ■, and ▲ are observed data for 25, 75, and 125% AW, respectively. In Figure b symbols ●, ♦, ■, and ▲ are observed data for 50, 75, 100, and 125% AW, respectively.

سدیم در زیست توده اندام هوایی به حفظ پتانسیل آماس گیاه کمک می‌کند. این راهکار در شرایط خشک از اهمیت زیادی برخوردار است.

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که کم‌آبیاری راهکار مدیریتی مناسبی برای کوشیا در شرایط شور می‌باشد. نتایج پایش شوری خاک نشان داد که افزایش شوری و مصرف آب در محیط

www.SID.ir

جدول ۵- ضریب تبیین (R^2)، میانگین مربعات (MSER) و ۹۵٪ حدود اطمینان (CI ۹۵٪) و C_{50} (برحسب dS/m)، s شیب خط و شاخص تحمل به تنش (STI) تابع کاهشی تغییر یافته در تیمارهای مختلف مصرف آب برای وزن خشک اندام هوایی کوشیا در مرحله گلدهی در کشت تابستانه. شاخص تحمل به تنش (STI) از معادله ۵ گرفته شده است.

Table 5 . Coefficient of determination (R^2), mean square error (MSER) and 95% confident interval (95% CI) of C_{50} (in dS/m), S of non linear regression fit and STI of the modified discount function arranged by water application (25, 75, and 125% of field capacity) for the relative shoot biomass of kochia harvested at flowering stage in summer cropping. Salt tolerance index (STI) derived from eq. 5 is shown for each water treatment.

مصرف آب Water application	ضریب Coefficient	تخمین Estimate	SE	95% CI	R^2	MSER	STI
25	C_{50}	35.41	5.19	18.87- 51.94	0.99**	0.00215	35.50
	S	0.03	0.01	0.01- 0.02			
75	C_{50}	49.86	17.80	-6.77- 106.50	0.99**	0.00901	50.43
	S	0.01	0.0114	0.03- 0.058			
125	C_{50}	46.18	7.4212	23.18- 69.16	0.99**	0.0002	46.59
	S	0.01	0.07	0.01- 0.03			

**: Significant at the 0.01 probability level. **: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

رشد ریشه منجر به کاهش جذب آب توسط ریشه شد. بنابراین آب بیشتری به عمق خاک نفوذ کرد و موجب افزایش شوری خاک گردید. ارزیابی رطوبت خاک نشان داد که کوشیا بیشترین آب را از عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری جذب کرد و شوری این قسمت از خاک کمتر از سایر عمق‌ها بود. با این وجود در آینده باید مطالعات بیشتری بر روی سیستم جذب آب توسط ریشه کوشیا صورت گیرد.

تنش کم‌آبی اثر معنی‌داری بر تولید زیست توده کوشیا در کشت بهاره نداشت. هرچندکه اثر کم‌آبی در کشت تابستانه معنی‌دار بود. بالاترین و پایین‌ترین میزان تحمل به شوری در تیمار ۱۰۰٪ و ۵۰٪ مصرف آب مشاهده شد. شاخص تحمل به تنش شوری در کشت تابستانه بالاتر از کشت بهاره بود که ممکن است بدلیل کوتاه‌تر بودن دوره تنش در کشت تابستانه بود. استفاده از راهکار مدیریتی کم‌آبیاری با ۷۵٪ مصرف آب یک برنامه مدیریتی مناسب بویژه برای کشاورزان فقیر می‌باشد. نتایج بدست آمده در مطالعه حاضر نشان داد که کوشیا می‌تواند بعنوان یک گیاه علوفه‌ای مناسب در کشت تابستانه و بهاره در شرایط نیمه خشک با مدیریت کم‌آبیاری و آبیاری با آب شور مورد استفاده قرار گیرد.

Archive of SID

www.SID.ir

References

Akhani, H. 2006. Biodiversity of halophytes and sabkha ecosystems in Iran. Pp. 71-88. In M. A. Khan (ed.). Sabkha Ecosystems*:* Volume II: West and Central Asia. Springer.

Bresler, E. 1987. Application of a conceptual model to irrigation water requirement and salt tolerance of crops. Soil Science Society of America Journal 51: 788-793.

Feng, G. L., Meiri, A., and Letey, J. 2003. Evaluation of a model for irrigation management under saline conditions: I. Effects on plant growth. Soil Science Society of America Journal 67: 71-76.

Finley, L. G., and Sherrod, L. B. 1971. Nutritive value of *Kochia scoparia*. II. Intake and digestibility of forage harvested at different maturity stages. Journal of Dairy Science 54: 231-234.

Flores, P., Botella, M. A., Martinez, V., and Cerda, A. 2002. Response to salinity of tomato seedlings with a split-root system: nutrient uptake and reduction. Journal of Plant Nutrition 25: 177-187.

Foster, C. 1980. Kochia-poorman's alfalfa shows potential as feed. Rangeland 2: 22-23.

Green, D., Knipfel, J., Kernan, J., and Coxworth, E. 1986. Evaluation of Kochia as a high yielding forage crop for saline soils. Pp. 433-461. In: Proceeding of Soil and Crop Workshop, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada.

Homaee, M. 1999. Root water uptake under non-uniform transient salinity and water stress. Ph. D. Thesis. Wageningen Agriculture University. 173 pp.

Jami Al Ahmadi, M., and Kafi, M. 2008. Kochia (*Kochia scoparia*): To be or not to be? Pp. 119-142. In: M. Kafi and M. A. Khan (eds.), Crop and Forage Production using Saline Waters. Daya Publisher, New Delhi, India.

Jensen, C. R. 1982. Effect of soil water osmotic potential on growth and water relationship of barely during soil water depletion. Irrigation Science 31: 111-121.

Kafi, M., Asadi, H., and Ganjeali, A. 2010. Possible utilization of high-salinity waters and application of low amounts of water for production of the halophyte *Kochia scoparia* as alternative fodder in saline agroecosystems. Agricultural Water Management 97: 139-147.

Archive of SID

www.SID.ir

Kernan, J., Souslski, K., Green, D., Knipfel, J., and Coxworth, E. 1986. Kochia and other forage as energy crops. Saskatchewan Research Council. R-811-1-E-86.

Kiani, A. R., Abbasi, F. 2009. Assessment of the water-salinity crop production function of wheat using experimental data of the Golestan province, Iran. Irrigation and Drainage 58: 445-455.

Letey, J., Dinar, A., and Knapp, K. C. 1985. Crop-Water Production Function Model for Saline Irrigation Waters, Soil Science Society of America Journal 49: 1005-1009.

Maas, E. V. 1990. Crop salt tolerance. Pp. 262-304. In: K. K. Tanji (ed.) Agricultural salinity assesment and management. American Society of Civil Enginneering. New York. USA.

Madrid, J., Hernandez, F., Pulgar, M. A., and Cid, J. M. 1996. Nutritive value of *Kochia scoparia* L. and ammoniated barley straw for goats. Small Ruminant Research 19: 213-218.

Meiri, A. 1984. Plant response to salinity: experimental methodology and application to the field. Ecological studies: Analysis and Synthesis 51: 284-297.

Munns, R., and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biolology 59: 651-681.

Oster, J. D., Stottlmyer, D. E., and Arpaia, M. L. 2007. Salinity and water effects on 'Hass' Avocado yields. Journal of American Society of Horticultural Science 132: 253-261.

Parra, M. A., and Cruz Romero, G. 1980. On the dependence of salt tolerance of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) on soil water matric potentials. Plant and Soil 56: 3-16.

Qureshi, A. S., Qadir, M., Heydari, N., Turral, H., and Javadi, A. 2007. A review of management strategies for salt-prone land and water resources in Iran. Working paper 125. International Water Management Institute. 25 pp.

Schleiff, U. 2008. Analysis of water supply of plants under saline soil conditions and conclusions for research on crop salt tolerance. Journal of Agronomy and Crop Sciences 194: 1-8.

Archive of SID

www.SID.ir

Sepaskhah, A. R., and Boersma, L. 1979. Shoot and root growth of wheat seedlings exposed to several levels of matric potential and NaCl -induced osmotic potential of soil water. Agronomy Journal 71: 746-752.

Shalhevet, J. 1994. Using water of marginal quality for crop production: major issues. Agricultural Water Management 25: 233-269.

Shalhevet, J., and Hsiao, T. C. 1986. Salinity and drought. A comparison of their effects on osmotic adjustment, assimilation, transportation and growth. Irrigation Science 7: 249-264.

Shalhevet, J., Vinten, A., and Meiri, A. 1986. Irrigation interval as a factor in sweet corn response to salinity, Agronomy Journal 78: 539-545.

Shani, U., and Dudley, L. M. 2001. Field studies of crop response to water and salt stress, Soil Science Society of America Journal 65: 1522-1528.

Sherrod, L. B. 1971. Nutritive value of *Kochia scoparia*. I. Yield and chemical composition at three stages of maturity. Agronomy Journal 63: 343-344.

Steppuhn, H., Van Genuchten, M. T., and Grieve, C. M. 2005. Root-zone salinity. II. Indices for tolerance in agricultural crops. Crop Science 45: 221-232.

Yensen, N. P. 2006. Halophytes uses for the twenty-first century. A new hypothesis: the role of sodium in C4 physiology. Pp. 367-396. In: M. A. Khan and D. J. Weber (eds.) Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants. Springer. Printed in the Netherlands.

Archive of SID

www.SID.ir