Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 13, Dec.-Jan. 2019, p. 1204-1221

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۳، آذر - دی ۱۳۹۸، ص. ۱۲۲۱-۱۲۰۴

تعیین ضریب تنش شوری و حساسیت آبی با رویکرد مطالعه بهره‌وری مصرف آب کوشیا (Kochia Scoparia L.) در شرایط آب و هوایی اهواز

رضا صادق منصوری[۱]، منا گلابی[۲*]، سعید برومند نسب[۳] و معصومه صالحی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۴/۲۰

چکیده

مشکل شوری منابع آب و خاک و کمبود منابع آب با کیفیت از تهدیدهای اصلی توسعه کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک مثل خوزستان است. با توجه به مشکلات موجود، روش کم‌آبیاری، استفاده از زهاب‌های با شوری بالا، کاشت گیاهان مقاوم به شوری و افزایش بهره‌وری آب راه‌کارهای مدیریتی مناسبی هستند. در این راستا مطالعه‌ای با هدف تعیین ضریب حساسیت آبی، ضریب تنش شوری و بهره‌وری کوشیا در شرایط تنش شوری و کم‌آبی در اهواز انجام شد. کرت‌های اصلی شامل سطوح شوری آب کارون (با شوری متوسط ۲/۵ دسی زیمنس بر متر)، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر و کرت‌های فرعی شامل سه سطح آبیاری ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه بودند. ضریب تنش شوری در این تحقیق بین ۰/۰۶ و ۰/۸۹ بدست آمد. نتایج نشان داد که با افزایش شوری ضریب حساسیت به شوری (K_s) کاهش یافت. هم‌چنین نتایج نشان داد که ضرایب K_s بدست آمده در حالت ترکیب تنش شوری با کم آبی ۵۰ درصد بیشتر از ترکیب تنش شوری با کم‌آبی ۷۵ درصد است. میانگین ضریب K_y به‌دست آمده در این تحقیق در شرایط کم‌آبیاری ۷۵٪ و ۵۰٪ نیاز آبی به ترتیب ۰/۱۹ و ۰/۶۰ بدست آمد و نشان می‌دهد گیاه کوشیا ضریب حساسیت به خشکی پایینی دارد که بیانگر تحمل بالای این گیاه بدون کاهش عملکرد شدید در شرایط تنش خشکی می‌باشد. هم‌چنین نتایج نشان داد که میزان بهره‌وری آب در تولید علوفه گیاه کوشیا حتی در شرایط تنش شدید و توأم شوری و کم‌آبی، قابل قبول و بالا می‌باشد. در این تحقیق مشاهده شد که شوری باعث کاهش میزان بهره‌وری آب می‌شود و بهره‌وری آب در شرایط کم‌آبیاری بیشتر از آبیاری کامل است. در کل، نتایج این مطالعه نشان داد که کوشیا می‌تواند به عنوان یک گیاه علوفه‌ای مناسب در مناطقی مثل اهواز که آب آبیاری و خاک از کیفیت مطلوبی برخوردار نیست (حتی بدون نیاز به آبشویی و اصلاح خاک که هزینه زیادی را متوجه تولیدکنندگان می‌کند) کشت شود.

واژه‌های کلیدی: آبشویی، بهره‌وری، زهاب، ضریب حساسیت

مقدمه

مهم‌ترین مشکلی که امنیت غذایی کشور را تهدید می‌کند کمبود منابع آب است. در حال حاضر، بخش کشاورزی، بیش از ۹۲ درصد از منابع آبی کشور را مصرف می‌کند. بحران آب که چند سالی است به عنوان مهمان در کشور مستقر شده، بیش‌ترین آسیب را به بخش کشاورزی وارد کرده است. با توجه به اهمیت کشاورزی به لحاظ تولید و اشتغال، در شرایط کم آبی باید با استفاده از حداقل‌ها به تولید ادامه داد، نه آن که کشاورزی را تعطیل نمود. از طرفی سطح گسترده‌ای از اراضی کشور به طور طبیعی شور بوده و هم‌چنین، حجم عظیمی از منابع آب شور نیز در کشور وجود داردکه به‌طور مطلوب در کشور از آنها استفاده نمی‌شود. هرچند مشکل شوری منابع آب و خاک یکی از تهدیدهای اصلی توسعه کشاورزی در کشور است، به این منابع نه صرفا به عنوان معضل، بلکه به عنوان فرصت نیز می‌توان نگاه کرد.

در طول دهه‌های اخیر راهکارهای متفاوتی مانند استفاده از گیاهان شورزیست برای بهره برداری از آب و خاک شور در ایران مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به این‌که تولید محصولات کشاورزی در این اراضی به ناچار مستلزم آبشویی برای کنترل شوری منطقه ریشه است. افزایش مصرف آب شور به معنی افزایش نمک ورودی به خاک است. این در حالی است که کشت محصولات متحمل به شوری و نیز گیاهان شورزیست معمولا هم نیاز آبی و هم نیاز آبشویی

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز. اهواز. ایران
۲- استادیار گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز. اهواز. ایران
۳- استاد گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز. اهواز. ایران
۴- عضو هیات علمی مرکز ملی تحقیقات شوری یزد. یزد. ایران
(* - نویسنده مسؤل: (Email: m.golabi@scu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

را کاهش می دهد. این موضوع به‌خصوص در استان خوزستان که دفع زه‌آب مشکل آفرین است مهم‌تر می‌شود. بخش وسیعی از جنوب استان خوزستان تحت تأثیر پدیده شوری است و مهم‌ترین عوامل شوری در منطقه، آبیاری با آب شور و بالا بودن سطح آب زیر زمینی می باشند. استفاده تلفیقی از منابع آب شور برای تولید علوفه، چوب، دام و آبزیان که تحت عنوان شورورزی شناخته می‌شود بازده اقتصادی این طرح‌ها را افزایش داده است. شورورزی عبارت است از تولید پایدار و اقتصادی محصولات کشاورزی با استفاده از منابع آب و خاک شوری که کشاورزی مرسوم در آنها یا اقتصادی و یا پایدار نیست. اهلی سازی گیاهان متحمل به شوری که در حال حاضر در رویشگاه‌های طبیعی شور و خشک می‌رویند، آن‌ها را به عنوان گیاهان زراعی جدیدی معرفی نموده که تحت تنش‌های محیطی ایجاد شده توسط شوری و خشکی محصول رضایت بخش‌تری تولید کنند(خورسندی و همکاران، ۱۳۸۹).

تولید گیاهان شورزیست با استفاده از آب و خاک شور برای تغذیه دام‌های اهلی یکی از پایدارترین روش‌های حفاظت از اکوسیستم‌های بیابانی در جهت تولید غذا برای ساکنین این مناطق است (Kafi et al., 2010). در بین گیاهان شورزیست کوشیا به دلیل مقاومت بالا به شوری و خشکی توجه محققان را به خود جلب کرده و در انواع خاک‌ها به خوبی رشد می‌کند. علاوه بر اینکه کوشیا در خاک‌های غیر شور به خوبی رشد می‌کند درخاک‌های شوری که سایر گیاهان زراعی قادر به رشد نیستند نیز به خوبی رشد می‌کند. مطالعات متعدد نشان داده است که در اراضی شور کوشیا تولید زیست توده قابل توجهی می‌کند(Jami Al Ahmadi and Kafi, 2008).

نباتی و همکاران(۱۳۹۱) تاثیر شوری بر خصوصیات کمی و کیفی علوفه کوشیا را بررسی کردند. بدین منظور شوری را در سطوح مختلف(۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ دسی زیمنس بر متر) در سه آزمایش جداگانه از کاشت تا رسیدن به سطوح شوری ذکر شده، از مرحله‌ی گیاهچه‌ای با اعمال تنش به صورت تدریجی تا سطوح مورد نظر و اعمال تدریجی از مرحله‌ی گیاهچه‌ای تا مرگ گیاه (۱۲۸ دسی زیمنس بر متر) با استفاده از طرح کاملا تصادفی در ۴ تکرار در محیط طبیعی در گلدان اعمال کردند. نتایج نشان داد که ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌ها، وزن تر و خشک اندام هوایی، عملکرد ماده خشک قابل هضم، ارزش هضمی، عملکرد پروتئین خام و محتوی خاکستر با افزایش شوری در اعمال تدریجی در مرحله کاشت و گیاهچه‌ای و اعمال تدریجی تنش تا انتهای رشد کاهش یافت. از طرف دیگر با افزایش شوری قابلیت هضم ماده خشک، قابلیت هضم ماده آلی، درصد پروتئین خام و درصد خاکستر در اعمال تدریجی تنش در مرحله کاشت و گیاهچه‌ای و اعمال تدریجی تنش تا انتهای رشد افزایش یافت. به طورکلی اعمال تدریجی تنش شوری موجب افزایش تحمل به شوری کوشیا تا ۱۲۸ دسی زیمنس بر متر شد.

سبحانی و مجیدیان (۱۳۹۳) به‌منظور بررسی اثرات سطوح مختلف تنش شوری و تراکم بوته بر عملکرد کمی و کیفی علوفه و دانه کوشیا، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک اجرا کردند. در این پژوهش شوری آب آبیاری در سه سطح (شامل ۴/۱ ۱۸ و ۳۲ دسی زیمنس بر متر) و تراکم بوته در چهار سطح (شامل ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در متر مربع) به عنوان فاکتورهای آزمایشی در نظر گرفته شدند. نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که اثر شوری بر عملکرد دانه، ارتفاع، قطر ساقه و عملکرد علوفه معنی‌دار است. بیشترین عملکرد علوفه تر به آبیاری با شوری ۴/۱ دسی زیمنس بر متر و به ترتیب با تولید ۳۳/۹۱ تن در هکتار و کم‌ترین آن متعلق به آبیاری با میزان شوری ۳۲ دسی زیمنس بر متر به میزان ۱۰/۹۱ تن در هکتار به‌دست آمد. نتایج این پژوهش نشان داد تولید گیاه کوشیا با شوری ۱۸ دسی زیمنس بر متر به همراه تراکم ۳۰ بوته در هر متر مربع، برای تولید علوفه و تراکم ۲۰ بوته در مترمربع، جهت تولید دانه در شرایط این منطقه و مناطق با شرایط اقلیم مشابه قابل معرفی می‌باشد.

کافی و همکاران (۱۳۹۰) خصوصیات علوفه‌ای توده‌های مختلف کوشیا را با دوسطح شوری آب آبیاری ۵/۲ و ۱۶/۵ دسی زیمنس بر متر بررسی نمودند. نتایج نشان داد که سطوح تنش شوری اعمال شده و توده‌های مورد بررسی به جز بر عملکرد ماده خشک، تأثیر معنی داری بر صفت‌های مورد مطالعه نداشتند. افزایش شوری موجب افزایش ۴/۵ درصد عملکرد علوفه خشک و ۲/۶ درصد عملکرد علوفه‌تر شد. همچنین در این مطالعه مشخص شد که کوشیا دارای صفت‌های مناسبی از قبیل ارتفاع، نسبت بالای برگ به ساقه و عملکرد قابل توجه علوفه است که در شرایط تنش شوری می‌تواند این گیاه را به عنوان گزینه مناسب برای تولید علوفه مطرح کند.

علاوه بر مقاومت به شوری، کوشیا به دلیل ریشه عمیق به خوبی برای جذب آب رقابت می‌کند (Madrid et al., 1996). کوشیا یک گیاه چهار کربنه(C4) و دارای کارایی مصرف آب بالا می‌باشد. کوشیا در مراتع، چراگاه‌ها (علفزارها)، مزرعه‌ها، مکان‌های مختل و بی‌آب و علف، باغ‌ها، جاده‌ها و حوضچه‌های خراب، گیاهی رایج و متداول است (Whitson et al., 1991; Stubendieck et al., 2003) . همچنین این گیاه را می‌توان در مناطقی با ۱۵۲/۴ میلی‌متر بارندگی سالانه پیدا کرد (Under Sander et al., 1990). رشد رویشی سریع کوشیا در شرایط تنش های شوری، خشکی و گرما آن را به گزینه ای بسیار با ارزش برای تولید علوفه در مناطق گرم و خشک تبدیل کرده است (Jami Al Ahmadi and Kafi, 2008).مطالعه‌ای در نیومکزیکو نشان داد که کارایی مصرف آب در کوشیا سه برابر یونجه است(Foster, 1980). کوشیا برای تولید حداکثر زیست توده و بذر

www.SID.ir

Archive of SID

در منطقه بیرجند و مشهد تا پایان دوره رشد به ۸۳۰ میلی متر(ضیایی و همکاران، ۱۳۸۷) و در استان گلستان به ۳۰۰ میلی متر آب تا مرحله برداشت علوفه در کشت بهاره نیاز دارد(صالحی و همکاران، ۱۳۹۰). این مقدار در کشت تابستانه ۲۲۸ میلی متر آب تا زمان برداشت علوفه می رسد(صالحی،۱۳۸۹).

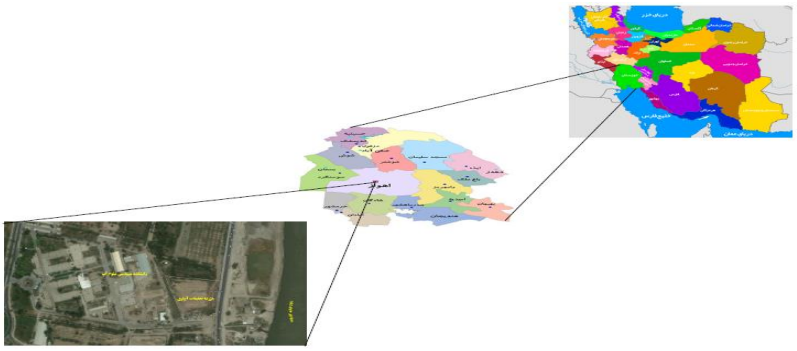
معصومی و همکاران (۱۳۹۴) بررسی امکان تولید علوفه در دو توده کوشیا (Bassia scoparia L.) با کاهش مصرف آب در شرایط شور را بررسی کردند. به طور کلی می‌توان عنوان کرد که کوشیا دارای ویژگی‌هایی مورفولوژیکی است که قابلیت تبدیل به یک گیاه علوفه‌ای را دارد .علاوه بر این مکانیسم هایفیزیولوژیک کوشیا در تحمل به شرایط کم آب و شور به عنوان خصوصیات منحصربه فرد آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک، که سایر گیاهان زراعی رایج امکان تولید اقتصادی در این مناطق را ندارند می‌تواند این گیاه را عنوان یک گیاه علوفه‌ای برای کمک به تغذیه دام‌ها در مناطق خشک و شور مطرح کند.

صالحی و همکاران (۱۳۹۲)، جهت بررسی و محاسبه ضریب گیاهی، بهره‌وری و ضریب حساسیت آبی کوشیا تحت تنش شوری و رژیم‌های آبیاری ، آزمایشی با شش سطح آب شور (۱/۵، ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ و ۳۵ دسی زیمنس بر متر) و چهار سطح کاربرد آب (۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵٪ نیاز آبی) در سال ۱۳۸۸ به صورت کشت بهاره در شمال استان گلستان انجام دادند. نتایج نشان داد که شوری باعث کاهش میزان بهره‌وری آب و ضریب گیاهی شد. هم‌چنین نتایج نشان داد که تا شوری ۲۱ دسی زیمنس بر متر تنش کم‌آبی تأثیری بر حساسیت گیاه ندارد در حالی که در شوری ۲۸ و ۳۵ دسی زیمنس بر متر ضریب حساسیت گیاه در تیمارهای کم‌آبی افزایش یافت. همچنین آنها در این آزمایش، آستانه تحمل کوشیا به شوری و شیب کاهش محصول را به ترتیب ۴/۳۵ و ۳/۸۸ درصد بدست آوردند.

با توجه به پتانسیل بالای تولید و تحمل به شوری کوشیا این گیاه پتانسیل تبدیل شدن به یک گیاه علوفه‌ای و سوخت‌زیستی را با استفاده از آب شور در نواحی نیمه خشک دارد. رشد رویشی سریع کوشیا در شرایط تنش‌های شوری، خشکی و گرما آن را به گزینه ای بسیار با ارزش برای تولید علوفه در مناطق گرم و خشک تبدیل کرده است (Jami Al Ahmadi and Kafi, 2008). نیفل و همکاران گزارش کردند که کیفیت تغذیه‌ای کوشیا در ۲۰ درصد گلدهی با یونجه برابر است (Knipfel et al., 1989). کوشیا را می‌توان تا ۵۰ درصد در جیره غذایی دام وارد کرد. وارد کردن این گیاه به جیره غذایی دام بین ۲۰ تا ۴۰ درصد بسیار مناسب است و تأثیر منفی در تولید دام ندارد (Coxworth et al., 1988). مزیت این گیاه نسبت به سایر شورزیست‌ها حفظ نسبت سدیم به پتاسیم در برگ می‌باشد. با توجه به تحقیقات انجام شده این گیاه می‌تواند در جیره غذایی دام‌ها قرار گیرد. برای کشت و اهلی سازی این گیاه، نیاز است تا میزان بهره‌وری آب، محاسبه ضریب حساسیت به خشکی و شوری و حد آستانه تحمل این گیاه به شوری تعیین شود. از آنجایی که مصرف بیش از اندازه آب‌های شور به همراه آب مورد نیاز در جهت آبشویی، باعث افزایش شوری خاک شده و موجب مشکلات زه‌دار شدن اراضی می‌شود نیاز است که روش کم‌آبیاری در مدیریت آبیاری این گیاه بدون در نظر گرفتن نیاز آبشویی در طول فصل کشت این گیاه در جنوب خوزستان بررسی گردد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه‌ی آزمایشی دانشکده مهندسی علوم‌آب دانشگاه شهید چمران اهواز در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ انجام گرفت که از نظر موقعیت جغرافیایی در ۴۸ درجه و ۳۹ دقیقه و ۶۸ ثانیه طول شرقی و۳۱ درجه و ۱۸ دقیقه و ۱۸ ثانیه عرض شمالی واقع گردیده و۱/۲هکتار مساحت دارد. شکل (۱) موقعیت مزرعه آزمایشی دانشکده مهندسی علوم آب را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت مزرعه آزمایشی دانشکده مهندسی علوم آب

www.SID.ir

Archive of SID

به منظور دستیابی به اهداف مذکور، پژوهش حاضر بر روی گیاه کوشیا در چهار سطح شوری شامل آب رودخانه کارون (به عنوان تیمار شاهد) با متوسط هدایت الکتریکی ۲/۵ دسی زیمنس بر متر و زه‌آب رقیق شده با هدایت‌های الکتریکی۱۰، ۱۵، ۲۰ دسی زیمنس بر متر (به ترتیب S_1، S_2، S_3 و S_4) به عنوان عامل اصلی و سه سطح کم‌آبی شامل ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی (به ترتیب I_1، I_2 و I_3) به عنوان عامل فرعی در سه تکرار (R_1، R_2 و R_3) و به صورت لایسیمتری انجام شد. لایسیمترهای مورد استفاده در این تحقیق استوانه‌ای شکل با شعاع ۰/۳ و ارتفاع ۰/۸ متر بودند. این طرح در قالب کرت‌های خرد شده و با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام و شکل (۲) پلان طرح آزمایشی را نشان می‌دهد.

R_1	$S_4 I_3$	$S_3 I_1$	$S_1 I_2$	$S_2 I_2$
	$S_4 I_1$	$S_3 I_3$	$S_1 I_1$	$S_2 I_3$
	$S_4 I_2$	$S_3 I_2$	$S_1 I_3$	$S_2 I_1$
R_2	$S_1 I_1$	$S_4 I_2$	$S_3 I_3$	$S_2 I_3$
	$S_1 I_3$	$S_4 I_3$	$S_3 I_2$	$S_2 I_2$
	$S_1 I_2$	$S_4 I_1$	$S_3 I_1$	$S_2 I_1$
R_3	$S_4 I_2$	$S_2 I_2$	$S_1 I_2$	$S_3 I_2$
	$S_4 I_3$	$S_2 I_1$	$S_1 I_3$	$S_3 I_1$
	$S_4 I_1$	$S_2 I_3$	$S_1 I_1$	$S_3 I_3$

شکل ۲- پلان طرح آزمایشی پژوهش حاضر

تاریخ کشت گیاه، اوایل اسفند ۱۳۹۶و تاریخ برداشت آن خرداد ۱۳۹۷ بود. هم‌چنین تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک‌های لایسیمترها قبل از کشت انجام شد. در پژوهش حاضر از زه‌آب رقیق شده که از شبکه‌های آبیاری و زهکشی تحت پوشش شبکه بهره‌برداری زهره و جراحی تهیه شده بود، استفاده گردید. بعد از تهیه آب آبیاری از زه‌آب رقیق شده، تجزیه‌ی کیفی آب نیز صورت گرفت. در طول فصل رشد صفات مورد نیاز گیاهی اندازه‌گیری گردید. به منظور محاسبه عمق خالص آب آبیاری، از معادله (۱) استفاده شد.

$$SWD = (\Theta_{FC} - \Theta_{PWP}) * \rho_b * D_{r\ max} * MAD \qquad (۱)$$

در معادله (۱)، SWD کمبود رطوبت خاک (بر حسب میلی متر)، θ_{fc} و θ_{PWP} رطوبت وزنی خاک در ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم، ρ_b وزن مخصوص ظاهری (گرم در سانتی‌متر مکعب)، D عمق توسعه ریشه (بر حسب میلی متر)،MAD حداکثرتخلیه مجاز رطوبتی می‌باشد. در ابتدا جهت استقرار گیاهچه و رسیدن به مرحله اولیه رشد که معمولا تا ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری می‌باشد، آبیاری با آب معمول منطقه (رودخانه کارون) و بدون اعمال تیمارهای آبیاری انجام و بعد از گذر از مرحله‌ی اولیه‌ی رشد، اعمال تیمار ها شروع شد. برای تعیین زمان آبیاری از معادله (۲) استفاده گردید.

$$f_i = \frac{dn}{ETc\ max} \qquad (۲)$$

در رابطه ۲، SWD کمبود رطوبت خاک (برحسب میلی‌متر) و $ET_{c\ max}$ حداکثر تبخیر تعرق روزانه می‌باشد که با استفاده داده‌های تبخیر ده سال گذشته، اخذ شده از سازمان هواشناسی استان خوزستان از روابط زیر به دست آمد.

$$ET_{o\ max} = K_{pan} . E_{pan\ max} \qquad (۳)$$

$$ET_{c\ max} = K_{c\ max} . ET_{o\ max} \qquad (۴)$$

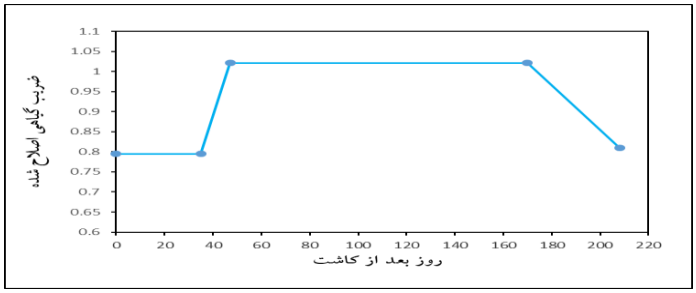
در روابط فوق ET_{0max} حداکثر تبخیر و تعرق پتانسیل، K_{pan} ضریب تشت تبخیر، E_{panmax} حداکثر تبخیر از تشت تبخیر، K_{cmax} حداکثر ضریب گیاهی کوشیا در طول دوره کشت.

شکری و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی با استفاده از داده‌های ۱۵ ساله ایستگاه هواشناسی اهواز مقدار ضریب تشت تبخیر را از معادله Allen and Pruitt (1991) محاسبه نمودند. مقدار ضریب تشت تبخیر ۰/۷۶ براورد شد، که در پژوهش حاضر نیز از این مقدار استفاده گردید.

به منظور تعیین ضرایب گیاهی از داده‌های به‌دست آمده از پژوهشی‌های Salehi et al. (2012) و Jami Al Ahmadi and Kafi 2008 در مراحل مختلف رشد گیاه کوشیا در کشت بهاره استفاده شد. شکل (۳) نمودار ضریب گیاهی کوشیا را طول دوره رشد نشان می‌دهد که در پژوهش حاضر از این منحنی استفاده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- نمودار ضریب گیاهی کوشیا

با توجه به این که این گیاه شوری‌های بسیار بالاتر از ماکزیمم شوری اعمال شده در این تحقیق (یعنی۲۰ دسی زیمنس بر متر) را نیز تحمل کرده است (تا ۱۲۸ دسی زیمنس بر متر (صالحی و همکاران، ۱۳۹۲)، در این پژوهش نیاز آبشویی برای گیاه در نظر گرفته نشد. جهت تهیه آب آبیاری از زهاب، در هر مرحله از آبیاری، ابتدا حجم آب مورد نیاز برای هر تیمار محاسبه شد و سپس با توجه به شوری زه‌آب موجود و شوری آب شاهد(کارون)، شوری‌های مورد نظر به کمک فرمول اختلاط (معادله ۴) محاسبه و تهیه گردید.

$$EC_{adj} = \frac{(V1 * EC1) + (V2 * EC2)}{V1 + V2} \quad (۴)$$

در معادله بالا، V_1و V_2 به ترتیب حجم آب شاهد و حجم زه آب، EC_1 و EC_2 ، به ترتیب شوری آب شاهد و شوری زه آب و EC_{adj}، شوری تعادلی می باشد. پس از اختلاط، شوری زه آب مجدداً اندازه گیری و در صورت اختلاف کمتر از ۰/۱ دسی زیمنس بر متر، مورد استفاده قرار می‌گرفتند. درنهایت ازطریق فرمول اختلاط EC های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دسی زیمنس برمتر بدست آمد.

یکی از اهداف پژوهش حاضر، مطالعه بهره‌وری مصرف آب در گیاه کوشیا بود. بهره‌وری مصرف آب از نسبت وزن تر کل اندام اهوایی (عملکرد) به آب کاربردی (آب آبیاری) به‌دست آمد. هم‌چنین ضریب حساسیت گیاه به خشکی از معادله (۵) محاسبه شد (Doorenbos and Kassam, 1979).

$$Ky = \frac{1 - Yr}{1 - ETr} \quad (۵)$$

که در آن Y_r نسبت عملکرد واقعی به حداکثر عملکرد محصول در آزمایش و ETr نسبت تبخیر تعرق واقعی به تبخیر تعرق حداکثر و Ky ضریب حساسیت گیاه به خشکی می‌باشد.

برای تعیین ضریب حساسیت به تنش شوری (Ks) از معادله (۶) استفاده شد (Allen et al, 1998).

$$K_s = 1 - \frac{b}{Ky\ 100} (ECe - ECe\ threshold) \quad (۶)$$

b، شیب کاهش عملکرد محصول به ازای افزایش یک دسی زیمنس بر متر هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (بر حسب درصد)، K_y ، ضریب حساسیت گیاه به کم‌آبی (بدون واحد)،EC_e، میانگین هدایت الکتریکی عصاره اشباع در محدوده توسعه ریشه گیاه (دسی زیمنس بر متر)، ECe threshold، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در آستانه کاهش عملکرد محصول به پایین تر از حداکثر مقدار مورد انتظار (دسی زیمنس بر متر) .جهت بدست آوردن b و ECe ، از رابطه ماس و هافمن به شکل زیر استفاده شد (Maas and Hoffman, 1977).

$$Y_r = 100 - b\ (EC_e - a) \quad (۷)$$

در این معادله، Y_r عملکرد نسبی محصول تولیدی در هر شوری، b ضریب کاهش عملکرد محصول به ازای هر واحد افزایش شوری خاک شوری، EC_e میانگین هدایت التکریکی عصاره اشباع منطقه ریشه و a آستانه تحمل گیاه به شوری بر حسب دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. در نهایت پس از برداشت کوشیا عملکرد و اجزا عملکرد آن اندازه‌گیری و با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. هم‌چنین ضرایب حساسیت به کم‌آبی و شوری و و میزان بهره‌وری محاسبه و مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

در این قسمت نتایج حاصل از پژوهش حاضر ارائه، ضمن بحث بر آن‌ها با تحقیقات مشابه مقایسه می‌شوند.

همان‌طور که قبلا ذکر شد قبل از کشت از اعماق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متر خاک لایسیمترها نمونه تهیه و مورد تجزیه فیزیکی و شیمیایی قرار گرفت، نتایج در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک لایسیمترها قبل از کشت

عمق	EC(dS/m)	pH	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	ρ_b	θ_{FC}	θ_{PWP}	بافت
			meq/l							(gr/cm^3)	درصد وزنی		خاک
۲۰-۰	۴/۰۸	۷/۰۲	۱۶/۸۴	۰/۲۵	۱۶	۱۹	۰	۲/۵	۳۳	۱/۴۶	۲۵/۲	۱۴	لومی رسی
۴۰-۲۰	۵/۲	۷/۳۷	۲۰/۱۶	۰/۲۵	۱۶	۱۹	۰	۵/۵	۴۳	۱/۵	۲۵/۲	۱۴	لومی رسی

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- آنالیز کیفی آب آبیاری

نمونه	EC (dS/m)	pH	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SAR	کلاس کیفی آب
			meq/l								
S1	۲/۵	۷/۵۸	۱۵/۷۵	۰/۱۴	۹/۱۵	۴/۸	۰	۵/۶	۱۶/۵	۵/۹۶	C_4-S_1
S2	۱۰	۷/۳۸	۸۹/۴۸	۰/۳۷	۱۲	۲۳	۰	۵	۷۵	۲۱/۳۹	C_4-S_3
S3	۱۵	۷/۲۸	۱۳۸/۴۱	۰/۴۹	۱۵	۲۳	۰	۵	۱۲۵	۳۱/۷۵	C_4-S_4
S4	۲۰	۷/۳۶	۱۸۶/۳۴	۰/۶۲	۱۸	۳۵	۰	۵	۱۷۵	۳۶/۲۰	C_4-S_4

همان‌طور که ملاحظه می‌شود بافت خاک لومی رسی است که جز بافت‌های میان بافت محسوب می‌شود. از زه‌آب رقیق شده به عنوان آب آبیاری استفاده شد. پس از ساختن سطوح مختلف شوری آب مورد آنالیز کیفی قرار گرفت. نتایج در جدول ۲ ارائه شده است.

در بازه زمانی انجام پژوهش حاضر هدایت الکتریکی تیمار شاهد (S_1) بین ۳-۲ دسی زیمنس بر متر متغیر بود که متوسط ۲/۵ دسی زیمنس بر متر در نظر گرفته شد. همان‌گونه که نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد هدایت الکتریکی آب آبیاری مورد استفاده در محدوده شوری بسیار زیاد (C_4) قرار دارند. به عبارت دیگر آب مورد استفاده در بازه لب‌شور تا خیلی شور قرار دارد. هم‌چنین از لحاظ سدیمی بودن، آب آبیاری در محدوده سدیمی کم، زیاد تا بسیار زیاد قرار می‌گیرد.

پس از برداشت کوشیا عملکرد و اجزای عملکرد آن اندازه‌گیری شد و مورد تحلیل آماری قرار گرفت. جدول (۳) نتایج آنالیز واریانس عملکرد و اجزای عملکرد را نشان می‌دهد. بررسی نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های اندازه‌گیری شده در آزمایش نشان داد که اثر تنش‌های شوری و کم‌آبی به صورت جداگانه بر روی شاخص‌های وزن تر کل اندام هوایی، وزن تر برگ و ساقه، ، ارتفاع و تعداد شاخه-های فرعی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. هم‌چنین اثر متقابل تنش‌های شوری و کم‌آبی فقط بر روی وزن تر و خشک برگ در سطح احتمال پنج درصد و بر روی ارتفاع بوته گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. هم‌چنین تنش کم‌آبی در سطح احتمال یک درصد بر روی قطر ساقه تأثیر داشت. ولی تنش شوری اثر معنی داری بر روی قطر ساقه از خود نشان نداد. اثر متقابل تنش‌های شوری و کم‌آبی بر روی وزن تر برگ در سطح احتمال پنج درصد و بر روی ارتفاع بوته گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. در همین راستا صالحی و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی تأثیر توام تنش‌های شوری و کم‌آبی بر روی گیاه کوشیا دریافتند که اثر متقابل تنش‌های شوری و کم‌آبی بر روی تعداد شاخه‌های جانبی معنی‌دار نشد که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. بر اساس نتایج بدست آمده از جدول ۳ مشاهده شد که تنش کم‌آبی و تنش توام شوری و کم‌آبی به ترتیب بیش ترین و کم ترین تأثیر را بر روی صفات مورد مطالعه داشتند.

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد و اجزاء عملکرد کوشیا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن تر کل	وزن تر برگ	وزن تر ساقه	ارتفاع	تعداد شاخه های فرعی	قطر ساقه
بلوک	۲	۳۵/۸۲۶	۴۹۱/۴۳	۴۸/۵۳	۳/۵۲	۸/۷۹	۰/۱۵
(S)تنش شوری	۳	**۲۴۴/۵۶	**۳۴۳۰/۰۵	**۱۸۴۱/۰۰	**۱۷۴/۱۴	**۴۴/۳۹	^{ns}۰/۳۵
(S)خطای	۶	۴۱/۱۷	۲۵۱/۹۳	۸۵/۷۲	۱/۰۴	۴/۳۵	۰/۰۲
(I)تنش کم‌آبی	۲	**۴۴۷/۹۳	**۱۳۱۶۵/۵۶	**۱۰۲۷۱/۰۹	**۱۴۱۳/۱۹	**۱۳۴/۵۵	**۷/۱۶
S*I	۶	^{ns}۹/۰۸	*۵۴۲/۷۸	^{ns}۲۳۵/۷۷	**۳۰/۵۴	^{ns}۳/۳۸	^{ns}۰/۱۱
S*Iخطای	۱۶	۱۵/۲۸	۱۶۱/۷۶	۹۵/۹۱	۲/۹۹	۵/۸۴	۰/۱۲
CV (%)		۸/۶۳	۹/۳۱	۱۰/۳۲	۲/۰۷	۴/۱۳	۱۰/۰۶

* و ** به ترتیب معنی داری در سطح پنج و یک درصد و ns بدون اثر معنی دار

نتایج مقایسه میانگین های عملکرد و اجزای عملکرد تحت اثرات اصلی شوری وکم‌آبی در جدول (۴) نشان داده شده است. نتایج حاصل از جدول ۴ نشان داد که بیش‌ترین میزان وزن تر کل اندام هوایی مربوط به تیمار S_1 با میانگین ۵۶/۶ تن در هکتار و کم‌ترین مقدار آن با میانگین ۴۰/۹ تن در هکتار مربوط به تیمار با شوری ۲۰ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد. میزان کاهش وزن تر کل به ازاء افزایش هر واحد شوری آب آبیاری حدود ۱/۵۸ درصد بدست آمد. نتایج نشان داد که تنش شوری موجب کاهش معنی دار وزن تر کل اندام هوایی گیاه کوشیا شد. مشکل عمده‌ای که شوری برای گیاهان در اثر مقادیر بیش از حد نمک بوجود می‌آورد ایجاد فشار اسمزی، اختلال در جذب آب توسط ریشه، کاهش مواد فتوسنتزی و کاهش فتوسنتز گیاه می‌باشد که نتیجه آن کاهش میزان عملکرد گیاه می‌باشد. در این

www.SID.ir

Archive of SID

راستا نباتی و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی تنش شوری در مراحل مختلف رشدی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه کوشیا گزارش کردند که وزن تر اندام هوایی با افزایش تنش شوری در مراحل مختلف رشدی کاهش یافت. از نظر عمق آب آبیاری (I) بالاترین عملکرد مربوط به تیمار I_1 با میانگین ۴۹/۰۳ تن در هکتار و کمترین آن مربوط به تیمار I_3 با میانگین ۳۸/۲۳ تن در هکتار می‌باشد. نتایج نشان داد که اعمال تنش کم‌آبی تا ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه تأثیری در وزن تر کل اندام هوایی گیاه کوشیا نداشت ولی اعمال کم‌آبیاری تا سطح ۵۰ درصد نیاز آبی، تأثیر معنی داری بر وزن تر کل اندام هوایی کوشیا داشت.تنش خشکی به صورت مستقیم و غیر مستقیم بر فتوسنتز و تجمع هیدرات‌های کربن تأثیر گذاشته و در نهایت باعث کاهش عملکرد می‌شود. پایرو و همکاران یکی از علائم تنش آبی را کاهش رشد گیاه دانستند و بیان کردند که کاهش رشد به خاطر کاهش سطح برگ و ارتفاع گیاه می‌باشد (Payero et al. 2006). در مقایسه‌ی تیمارهای شوری مشاهده شد که کاهش وزن تر کل اندام هوایی گیاه کوشیا در اثر افزایش شوری بیش‌تر از کمبود رطوبت است.

جدول ٤- نتایج مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد تحت اثرات اصلی شوری و کم‌آبی

		وزن تر کل (تن در هکتار)	وزن تر برگ (گرم در بوته)	وزن تر ساقه(گرم در بوته)	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد شاخه های فرعی	قطر ساقه (سانتی‌متر)
سطوح شوری	آب کارون	a۵۲/۶۱۱	a ۱۶۴/۹۹	a۱۱۳/۶۲	a۸۹/۸۳	a۶۱/۲۲	a۳/۶۹
	۱۰	b۴۵/۲۵۶	b۱۳۲/۲	b۹۶/۲۶	b۸۳/۸۹	ab۵۹/۲۲	a۳/۳۶
	۱۵	bc۴۲/۳	b۱۲۸/۰۸	c۷۹/۴	c۸۱/۱۱	bc۵۷/۵۶	a۳/۵۶
	۲۰	c۴۰/۹۳	b۱۲۰/۹۳	b۹۰/۳۱	c۸۰	c۵۶/۰۶	a۳/۲۳
سطوح کم‌آبی	۱۰۰	a۴۹/۰۳	a۱۶۷/۴۷	a۱۲۵/۸۸	a۹۵/۷۱	a۶۲/۳۳	a۴/۲۴
	۷۵	a۴۸/۵۸	b۱۴۰/۵۹	b۹۱/۰۶	b۸۰/۸۳	b۵۷/۱۳	b۳/۲۷
	۵۰	b۳۸/۲۳	c۱۰۱/۵۹	c۶۷/۷۵	c۷۴/۵۸	b۵۶/۰۸	c۲/۷۲

در مورد وزن تر برگ، نتایج نشان داد که در سطوح شوری ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر، تغییرات وزن تر برگ کم‌تر است به‌طوری که در بین تیمارهای S_2، S_3 و S_4 تفاوت معنی داری در سطح پنج درصد مشاهده نشد. نتایج نشان داد که افزایش تنش شوری می‌تواند باعث کاهش معنی دار ورن تر برگ شود که با نتایج نباتی و همکاران (۱۳۹۰) هم‌خوانی دارد. گزارش‌ها بیانگر ممانعت از رشد ساقه و افزایش سهم برگ از مواد فتوسنتزی و در نهایت رشد بیشتر برگ کوشیا به دلیل افزایش شدت تنش شوری باشد (Salehi et al., 2009; Jami Al Ahmadi and Kafi, 2008). در خصوص تأثیر عمق آب آبیاری، بیش‌ترین میزان وزن تر برگ در بوته مربوط به تیمار I_1 کم ترین میزان آن مربوط به تیمار I_3 و به ترتیب برابر ۱۶۷/۴۷ و ۱۰۱/۵۹ گرم در بوته می‌باشدو هر سه سطح آبیاری با هم تفاوت معنی داری در سطح احتمال پنج درصد باهم داشته‌اند.

تأثیر شوری آب آبیاری بر وزن تر ساقه نشان داد که بین تیمارهای S_2 و S_3 اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد وجود نداشت. ولی بین تیمارهای S_1، S_2 و S_3 تفاوت معنی دار وجود داشت. بیشترین وزن ساقه مربوط به تیمار S_1 با میانگین ۱۱۳/۶۲ گرم در بوته و کم ترین آن در تیمار S_4 و برابر ۹۰/۳۱ گرم در بوته می‌باشد. در همین راستا در تحقیقی مشابه، صالحی و همکاران و جامی‌الاحمدی و همکاران گزارش کردند که افزایش شدت تنش شوری باعث کاهش رشد ساقه می‌شود که با این تحقیق همسو می‌باشد (Salehi et al., 2009; Jami Al Ahmadi and Kafi, 2008). از نظر عمق آب کاربردی (I) بیش‌ترین وزن تر ساقه در بوته مربوط به تیمار I_1 با میانگین ۱۲۵/۸۸ و کم‌ترین آن مربوط به تیمار I_3 با میانگین ۶۷/۷۵ گرم در بوته می‌باشد. نتایج نشان داد که با افزایش تنش آبی، وزن تر ساقه گیاه کوشیا به صورت چشم‌گیری کاهش پیدا کرد به گونه‌ای که در تیمار کم‌آبی ۵۰ درصد نیاز آبی، کاهش وزنی به اندازه ۴۷/۲ (نزدیک به ۵۰ درصد) در گیاهه مشاهده شد. در مقایسه اثرات جداگانه تیمارهای شوری و کم‌آبی بر روی وزن تر ساقه، مشاهده شد که تأثیر تنش کم‌آبی بر روی کاهش وزن تر ساقه کوشیا بسیار بیشتر از تأثیر تنش شوری بود. یکی از شاخص‌هایی که در ارزیابی گیاهان علوفه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد نسبت برگ به ساقه می‌باشد. مطالعه روی خصوصیات ذرت و سورگوم نشان داده که نسبت برگ به ساقه در این گیاهان کمتر از یک بوده است (Nabati, 2004). در این تحقیق نسبت برگ به ساقه در گیاه کوشیا بین ۱/۳ تا ۱/۶ متغیر بود. بالا بودن نسبت برگ به ساقه از صفت‌های مطلوب در ارزیابی خصوصیات گیاهان علوفه‌ای به لحاظ کیفیت بهتر برگ نسبت به ساقه می‌باشد (Nabati, 2004). بنابراین نسبت بالای

www.SID.ir

Archive of SID

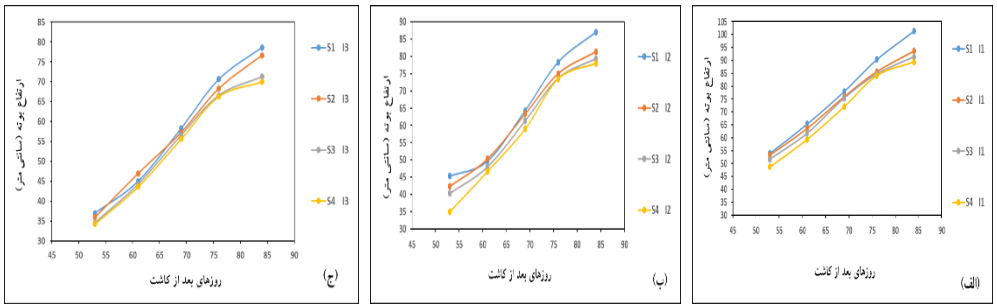
برگ به ساقه در کوشیا می‌تواند این گیاه را به عنوان یک گزینه مناسب برای تولید علوفه مطرح کند.

بیش‌ترین ارتفاع گیاه کوشیا با میانگین ۸۹/۸۳ سانتی‌متر مربوط به تیمار شوری S_1 و کم‌ترین آن ۸۰ سانتی‌متر مربوط به تیمار S_4 می‌باشد. کاهش ارتفاع گیاه به جز در شوری‌های S_3 و S_4 تفاوت معنی داری داشته است. سطوح شوری مورد استفاده در آزمایش، کاهش قابل ملاحظه‌ای در ارتفاع کوشیا ایجاد نکرده است که با نتایج کافی و همکاران (۱۳۹۰) و نباتی و همکاران (۱۳۸۸) هم‌خوانی دارد.

نباتی با بررسی اثر شوری بر توده‌های مختلف کوشیا گزارش کرد که با افزایش تنش شوری تا ۲۳ دسی زیمنس بر متر، ارتفاع بوته در این گیاه کاهش نمی‌یابد (Nabati, 2010). صالحی و همکاران نیز با بررسی کاربرد سطوح شوری مختلف، گزارش کردند که افزایش شوری تا ۲۸ دسی زیمنس بر متر کاهش قابل ملاحظه‌ای در ارتفاع کوشیا ایجاد نمی‌کند ولی افزایش شوری تا ۳۲ دسی زیمنس بر متر موجب کاهش ۳۰ سانتی‌متری ارتفاع بوته‌های کوشیا شد (Salehi et al. 2009) که با نتایج این تحقیق همخوانی دارند. در این تحقیق، کاهش بسیار کم ارتفاع بوته کوشیا با وجود چندین برابر شدن سطوح شوری نشان دهنده‌ی توان بالای کوشیا در مقابله با آب کشیدگی سلول‌ها و در نهایت عدم تأثیر این سطوح از تنش شوری بر طویل شدن سلول و ارتفاع بوته این گیاه می‌باشد.

در پژوهش حاضر برخی ویژگی‌های گیاهی اندازه‌گیری شد که در ادامه روند تغییرات پارامترهای اندازه‌گیری شده مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در شکل (۴) به ترتیب (الف) تا (ج) روند تغییرات ارتفاع گیاه کوشیا تحت تأثیر تنش شوری در تیمارهای مختلف کم‌آبی نشان داده شده است. نتایج نشان داد که رشد گیاهان دراوایل فصل زراعی سریع بوده و هرچه گیاهان به مراحل انتهایی دوره رشد نزدیک‌تر می‌شدند از شدت افزایش ارتفاع بوته کاسته می‌شد. در هر سه حالت نشان داده شده مشاهده می‌شود که در طول دوره رشد، بیش‌ترین ارتفاع مربوط به شوری‌های تیمار شاهد (S1) می‌باشد. هم‌چنین مشاهده می‌شود که در هر سه حالت (الف) تا (ج)، در طول دوره کشت، ارتفاع‌های اندازه‌گیری شده بسیار نزدیک به‌هم می‌باشند که نشان می‌دهد تیمارهای شوری در طول دروه کشت نیز تأثیر قابل ملاحظه و چشم‌گیری بر روی ارتفاع بوته کوشیا نداشتند.



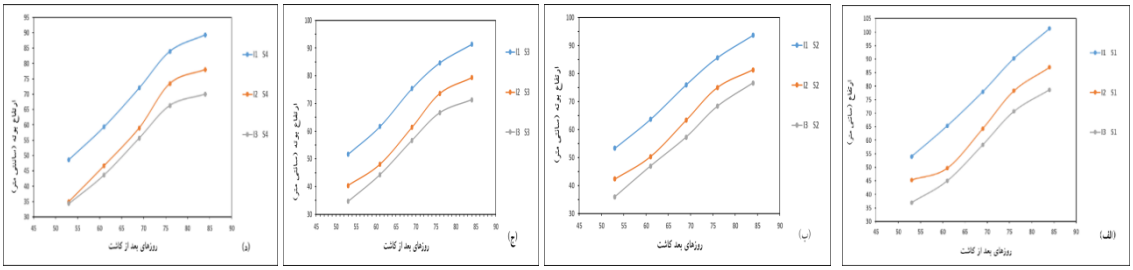
شکل ٤- الف) تغییرات ارتفاع گیاه در سطوح مختلف شوری در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد . ب) تغییرات ارتفاع گیاه در سطوح مختلف شوری در تیمار آبیاری ۷۵ درصد. ج) تغییرات ارتفاع گیاه در سطوح مختلف شوری در تیمار آبیاری ۵۰ درصد

از نظر عمق آب کاربردی (I) بر روی ارتفاع گیاه، سطوح I_1، I_2 و I_3 هرکدام در یک گروه قرار گرفته و با هم تفاوت معنی داری در سطح احتمال پنج درصد از خود نشان دادند. بیش ترین و کم ترین ارتفاع به ترتیب مربوط به تیمارهای I_1 و I_3 با میانگین‌های ۹۵/۷۱ و ۷۴/۵۸ سانتی‌متر بوده است. نتایج نشان داد که با افزایش تنش کم‌آبی ارتفاع گیاه کوشیا کاهش یافت. در این رابطه، سلیمانی و همکاران (۱۳۸۶) بیان کردند که تیمارهای مختلف ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی، تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع علوفه کوشیا داشت. تنش خشکی از طرق مختلف، اثرات زیان‌آوری را بر اغلب فرایندهای فیزیولوژی گیاه می‌گذارد. به‌طور مثال با تأثیر بر اندازه سلول‌ها باعث کاهش ارتفاع و اندازه گیاه می‌شود. به این صورت که در شرایط تنش خشکی، تقسیمات سلولی و حجیم شدن سلول‌ها کاهش یافته و همین عامل باعث کاهش ارتفاع گیاه نسبت به شرایطی که تنش به گیاه وارد نشده است می‌شود. در آزمایشی دیگر صالحی و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی تأثیر تنش شوری و رژیم‌های آبیاری بر تولید زیست توده کوشیا دریافتند که تنش آبی باعث کاهش معنی دار ارتفاع بوته شد به‌گونه‌ای ک در تیمار ۳۵ دسی زیمنس بر متر کاهش ارتفاع ۳۴ درصدی را شاهد بودند. ارتفاع بوته به شدت به محیط رشد وابسته است. از آن جا که پدیده رشد حاصل فعالیت‌های حیاتی در شرایطی است که گیاه بایستی آب کافی در اختیار داشته باشد، در صورت عدم تامین آب مورد نیاز به دلیل کاهش فشار تورژسانس سلول‌های در حال رشد و اثر بر طول سلول ها، کاهش ارتفاع رخ می‌دهد (Munns and Tester., 2008).

روند تغییرات ارتفاع گیاه کوشیا تحت تأثیر تنش کم‌آبی در تیمارهای مختلف شوری در شکل (۵) به ترتیب (الف) تا (د) نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- الف) تغییرات ارتفاع گیاه در سطوح مختلف کم‌آبی در تیمار شوری S1. ب) تغییرات ارتفاع گیاه در سطوح مختلف کم‌آبی در تیمار شوری S2. ج) تغییرات ارتفاع گیاه در سطوح مختلف کم‌آبی در تیمار شوری S3. د) تغییرات ارتفاع گیاه در سطوح مختلف کم‌آبی در تیمار شوری S4.

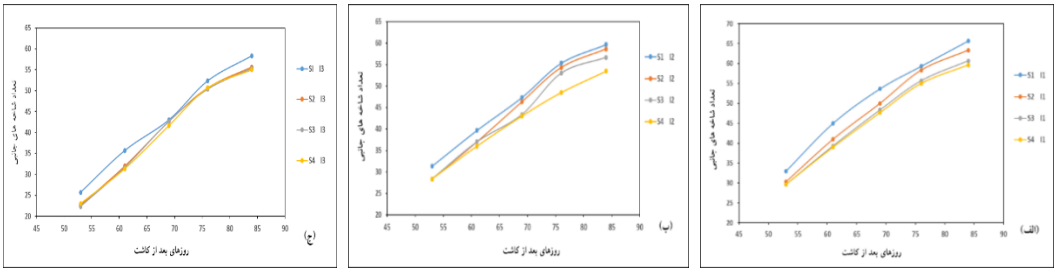
نتایج شکل (۵) نیز نشان داد که رشد گیاهان در اوایل فصل زراعی سریع بوده و هرچه گیاهان به مراحل انتهایی دوره رشد نزدیک‌تر می‌شدند از شدت افزایش ارتفاع بوته کاسته می‌شد. در تمام حالت‌های نشان داده شده، تیمارهای، I1، I3 به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع را در طول دوره تحقیق دارا بودند. سلیمانی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که با اعمال تیمارهای کم آبیاری از ۱۰۰ درصد تا ۴۰ درصد، ارتفاع بوته کوشیا تحت تاثیر قرار گرفت و بیش‌ترین ارتفاع بوته به تیمار آبیاری کامل و کم‌ترین آن به تیمار آبیاری ۴۰ درصد تعلق داشت. هم‌چنین آنها روند تغییرات ارتفاع بوته در طول دوره رشد و نمو کوشیا را مورد بررسی قرار داده و بیان کردند که با افزایش تنش خشکی، ارتفاع بوته اندازه‌گیری شده در طول دوره تحقیق کاهش یافت، که با نتایج این تحقیق هم‌راستا می‌باشد.

بیش‌ترین تعداد شاخه‌های فرعی با میانگین ۶۱/۲۲ عدد مربوط به تیمار S1 و کم‌ترین آن با میانگین ۵۶/۰۶ عدد مربوط به تیمار S4 می‌باشد. در کل نتایج نشان داد که تنش شوری باعث کاهش تعداد شاخه‌های فرعی می‌شود. نباتی و همکاران(۱۳۹۰) گزارش کردند که با افزایش تنش شوری در اعمال تدریجی در مرحله کاشت و گیاهچه‌ای و اعمال تدریجی تنش تا انتهای رشد، تعداد شاخه‌های فرعی کاهش یافت. در تحقیقی مشابه، مشاهده شد که افزایش میزان شوری از ۵/۲ به ۱۶/۵ دسی زیمنس بر متر تعداد شاخه‌های فرعی جانبی را حدود ۹/۵ درصد کاهش داد (کافی و همکاران،۱۳۹۰). هم‌چنین صالحی و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی تاثیر تنش شوری و کم‌آبی بر تولید زیست توده کوشیا دریافتند که در شوری‌های ۱/۵، ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ و ۳۵ دسی زیمنس بر متر به ترتیب به ۷۳، ۷۲، ۶۷، ۶۴، ۶۳ و ۴۹ عدد شاخه فرعی در کوشیا تولید شد. آنها گزارش کردند که اثر شوری بر تعداد شاخه‌های فرعی به صورت کاهشی و مشابه نتایج این تحقیق بود به گونه‌ای که در شوری‌های تا ۲۰ دسی زیمنس بر متر و کم‌تر از آن، اثرات منفی چشم‌گیری در کاهش تعداد شاخه‌های فرعی مشاهده نشد ولی در شوری ۳۵ دسی زیمنس بر متر، تعداد شاخه‌های فرعی به اندازه ۳۲ درصد کاهش داشت. گزارش‌های محققان در شرایط مختلف، بیانگر این است که گیاه کوشیا توانایی بالایی در تولید شاخه‌های جانبی دارد (سلیمانی و همکاران، ۱۳۸۶). اعمال تنش شوری ملایم در طی چند هفته، ممانعت از توسعه شاخه-های جانبی را موجب می‌شود که این تغییرات مرتبط با اثر اسمزی تنش شوری است. زمانی که غلظت نمک در اطراف ریشه گیاه تا آستانه تحمل افزایش می‌یابد سرعت رشد گیاه کاهش پیدا می‌کند و در نتیجه توسعه شاخه‌های جانبی بسیار کند و یا متوقف شده و هم‌چنین از ظهور شاخه‌های جدید ممانعت می‌شود (Munns and Tester., 2008). به نظر می‌رسد اعمال تنش شوری تا ۲۰ دسی زیمنس بر متر اثرات منفی قابل توجهی را بر سیستم رشدی کوشیا نداشته باشد. هم‌چنین کاهش بسیار کم ارتفاع بوته که در مبحث قبل شاهدش بودیم ممکن است دلیل تغییرات جزئی در تعداد شاخه‌های فرعی این گیاه باشد. به عبارت دیگر، با توجه به کاهش ارتفاع بوته در اثر تنش شوری، کاهش تعداد شاخه‌های جانبی نیز دور از انتظار نیست.

در شکل (۶) به ترتیب (الف) تا (ج) روند تغییرات تعداد شاخه‌های فرعی گیاه کوشیا تحت تأثیر تنش شوری در تیمارهای مختلف کم‌آبی نشان داده شده است. نتایج نشان داد که افزایش تعداد شاخه فرعی در اوایل فصل زراعی سریع بوده و با گذشت ۵۰ روز از زمان کاشت هردو توده بین ۳۰ تا ۴۰ شاخه فرعی تولید کردند. این روند تقریبا تا پایان فصل ادامه داشت ولی در انتهای فصل افزایش تعداد شاخه های فرعی از روند کندتری برخوردار بود. در تمامی حالت‌ها، تیمار S1 در تیمارهای مختلف شوری، تیمار برتر بود. با توجه به شکل (۶ ج) مشاهده می‌شود که تغییرات تعداد شاخه‌های فرعی در تیمارهای مختلف، بسیار کم و نزدیک به‌هم می‌باشد که نشان از مقاومت این گیاه نسبت به شوری در تولید شاخه جانبی می‌باشد.

www.SID.ir

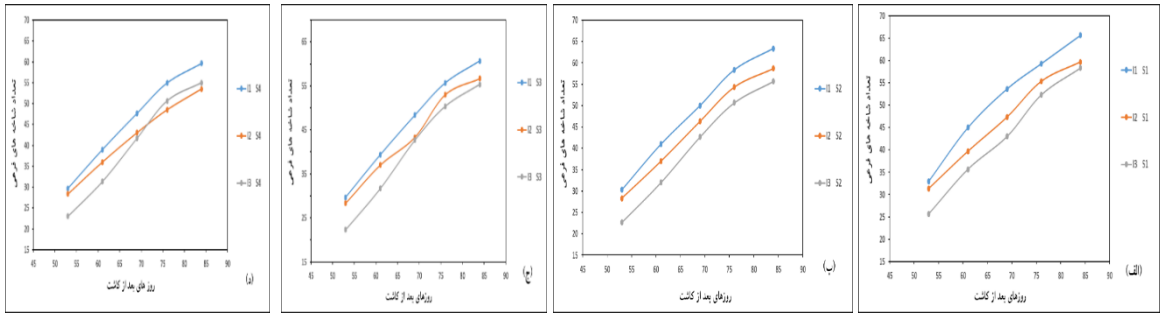
Archive of SID



شکل ٦- الف) تغییرات تعداد شاخه‌های فرعی در سطوح مختلف شوری در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد . ب) تغییرات تعداد شاخه‌های فرعی در سطوح مختلف شوری در تیمار آبیاری ۷۵ درصد. ج) تغییرات تعداد شاخه‌های فرعی در سطوح مختلف شوری در تیمار آبیاری ۵۰ درصد

با توجه به جدول ۴ مشاهده می‌شود که تنش آبی نیز مانند تنش شوری نتوانسته تغییرات قابل ملاحظه‌ای بر کاهش تعداد شاخه‌های جانبی گیاه ایجاد نماید. بیش‌ترین تعداد تعداد شاخه‌های فرعی مربوط به تیمار I1 با میانگین ۶۲/۳۳ و کم‌ترین آن هم در تیمار I3 با میانگین ۵۶/۰۸ عدد شاخه فرعی در بوته مشاهده شد. تیمارهای I2 و I3 با تیمار I1اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد داشتند در صورتی تیمارهای I2 و I3 از نظر مرتبه در یک گروه قرار گرفتند و با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند. سلیمانی و همکاران (۱۳۸۶) در مشهد گزارش کردند که در چهار رژیم آبیاری ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی بر روی دو توده گیاه کوشیا جهت تولید علوفه، به‌طور میانگین و به‌ترتیب ۴۱، ۳۷، ۳۵ و ۳۱ عدد شاخه فرعی تولید شد. آن‌ها دریافتند که تیمارهای مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری بر روی تعداد شاخه جانبی داشت و بیان کردند که افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در اوایل فصل زراعی سریع بوده و بعد از گذشت ۵۰ روز از زمان کاشت هر دو توده کشت شده، افزایش تعداد شاخه‌های فرعی از روند کندی برخوردار شد. که با نتایج این تحقیق و و مشاهدات عینی محقق در طول دوره کشت هم‌خوانی کامل دارد. در تحقیقی دیگر، صالحی و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی تاثیر تنش شوری و رژیم‌های آبیاری شامل ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی بر گیاه کوشیا نتیجه گرفتند که اثر کم آبی بر تعداد شاخه‌های فرعی معنی‌دار نبود. نتایج کلی مقایسات تنش‌ها به صورت جدا از هم نشان داد که هم شوری و هم کم آبی در سطوح به کار برده شده در تحقیق، تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر روی تعداد شاخه‌های جانبی در گیاه کوشیا نداشتند. با این حال به نظر می‌رسد که اثر تنش کم‌آبی بر روی کاهش تعداد شاخه فرعی بیش‌تر از تنش شوری بوده است.

روند تغییرات تعداد شاخه‌های جانبی گیاه کوشیا تحت تأثیر تنش کم‌آبی در تیمارهای مختلف شوری در شکل (۷) به ترتیب (الف) تا (د) نشان داده شده است. تحت تنش کم‌آبی در شوری‌های مختلف نیز روند تولید شاخه‌های فرعی از اول رشد سریع و در انتهای رشد از سرعت تولید شاخه‌ها کاسته شد. با توجه به شکل (۷) مشاهده می‌شود که در تمام حالات، تیمار آبیاری شاهد (I1) تیمار برتر می‌باشد. سلیمانی و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی تاثیر کم آبیاری بر عملکرد علوفه دو توده بومی گیاه شورزیست کوشیا تحت رژیم‌های آبیاری ۱۰۰، ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی و اندازه‌گیری روند تغییرات تعداد شاخه فرعی در طول دوه کشت، گزارش کردند که تیمارهای آبیاری، تأثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه‌های فرعی داشت و در همه‌ی حالت‌ها در طول دوره کشت، تیمار آبیاری شاهد از نظر تولید شاخه جانبی، تیمار برتر بود. هم‌چنین نتایج نشان داد که در طول دوره رشد، تغییرات تعداد شاخه‌های فرعی نزدیک به‌هم بود. با این حال تأثیر تنش کم‌آبی بیشتر از تنش شوری بر روی تولید تعداد شاخه‌های فرعی اثر منفی داشت.



شکل ۷- الف) تغییرات تعداد شاخه های فرعی گیاه در سطوح مختلف کم‌آبی در تیمار شوری S1. ب) تغییرات تعداد شاخه های فرعی گیاه در سطوح مختلف کم‌آبی در تیمار شوری S2. ج) تغییرات تعداد شاخه های فرعی گیاه در سطوح مختلف کم‌آبی در تیمار شوری S3. د) تغییرات تعداد شاخه های فرعی گیاه در سطوح مختلف کم‌آبی در تیمار شوری S4

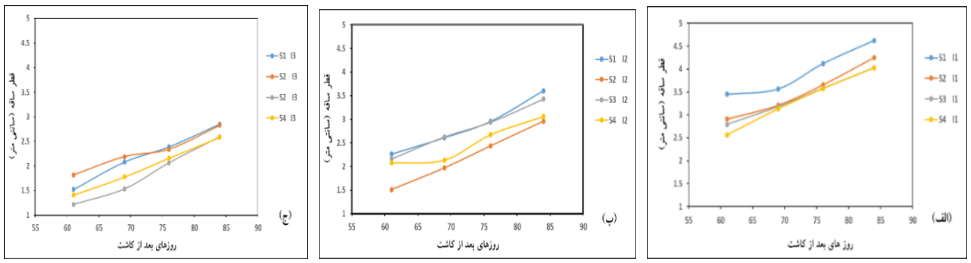
www.SID.ir

Archive of SID

نکته‌ی جالب توجه دیگر این است که با توجه به ظاهر مخروطی شکل گیاه کوشیا، تعداد شاخه‌های جانبی این گیاه بسیار زیاد می‌باشد به‌طوری که از طوقه تا انتهای این گیاه پوشیده از شاخه می‌باشد. وجود تعداد شاخه‌های جانبی در کوشیا می‌تواند به عنوان صفتی برای افزایش درصد برگ و افزایش خوش‌خوراکی این علوفه مطرح باشد زیرا این شاخه‌ها نسبت به ساقه اصلی در استحکام و نگهداری گیاه نقش کم‌تری داشته و از بافت خشبی کم‌تری نیز برخوردار هستند. نتیجه مهم دیگری که در پایان آزمایش بدست آمد این بود که بر خلاف بسیاری از گیاهان که افزایش تعداد شاخه‌های فرعی آنها در انتهای فصل رشد متوقف می‌شود کوشیا تا اواخر فصل رشد به تولید شاخه فرعی ادامه می‌دهد که این نکته در شکل‌های (۶) و (۷) به وضوح دیده می‌شود.

در این تحقیق، اثر تنش شوری بر روی قطر ساقه علوفه گیاه کوشیا معنی‌دار نشد. تغییرات قطر ساقه در این تحقیق بین ۳/۲۳ تا ۳/۶۹ سانتی‌متر بود. در این رابطه کافی و همکاران (۱۳۹۰) با ارزیابی خصوصیات علوفه‌ای توده‌های مختلف کوشیا تحت تاثیر دو سطح شوری ۵/۲ و ۱۶/۵ دسی زیمنس بر متر دریافتند که سطوح شوری و توده‌های مورد بررسی تأثیر معنی‌داری بر روی قطر ساقه نداشتند. که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

در شکل (۸) به ترتیب (الف) تا (ج) روند تغییرات قطر ساقه گیاه کوشیا تحت تأثیر تنش شوری در تیمارهای مختلف کم‌آبی نشان داده شده است. نتایج نشان داد که در طول دوره کشت، تحت تأثیر تیمارهای مختلف شوری تغییرات قطر ساقه ناچیز بوده و همان‌طور که در شکل (۵-۳۰) مشاهده می‌شود روند این تغییرات بسیار به هم نزدیک بوده و تقریبا مثل هم می‌باشند. در تمام حالت های ذکر شده، برتری با تیمار شاهد بود و با افزایش تنش آبی در کنار تنش شوری، قطر ساقه در طول دوره کشت، افزایش کم‌تری داشته است. نتایج شکل (۸) نشان می‌دهد که افزایش قطر ساقه در تمام طول دوره تحقیق به صورت افزایشی بوده است. در حالت کلی می‌توان گفت که تنش شوری در طول دوره تحقیق بر روی قطر ساقه تأثیر منفی داشت ولی به نظر می‌رسد این تأثیر ناچیز بوده است. قطر ساقه از جمله صفت‌هایی است که افزایش آن همواره تولید محصولات علوفه‌ای را با چالش مواجه کرده است. جهت تولید گیاهی با ارتفاع مناسب که در طول فصل رشد با مشکل ورس (خوابیدگی) مواجه نشود وجود ساقه قوی و مستحکم امری اجتناب ناپذیر است. اما در مقابل، عوامل ایجاد استحکام در ساقه، با کیفیت علوفه رابطه معکوس دارند، زیرا این بافت‌ها اغلب لیگنینی هستند و موجب کاهش کیفیت علوفه می‌شوند. (جانگ و همکاران، ۱۹۹۷). در این مطالعه به رغم ارتفاع مناسب، قطر ساقه در اثر بالا رفتن میزان شوری تا ۲۰ دسی زیمنس بر متر کاهش معنی‌داری پیدا نکرد.

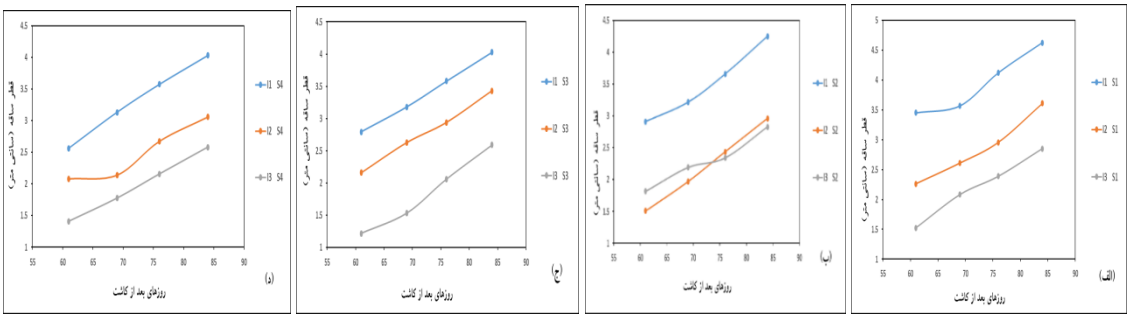


شکل ۸- الف) تغییرات قطر ساقه در سطوح مختلف شوری در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد . ب) تغییرات قطر ساقه در سطوح مختلف شوری در تیمار آبیاری ۷۵ درصد. ج) تغییرات قطر ساقه در سطوح مختلف شوری در تیمار آبیاری ۵۰ درصد

برخلاف تنش شوری، تنش کم‌آبی تاثیر معنی‌داری بر روی قطر ساقه کوشیا داشت. بیش‌ترین قطر ساقه مربوط به تیمار I1 با میانگین ۴/۲۴ سانتی‌متر و کم‌ترین قطر در تیمار I3 با میانگین ۲/۷۲ سانتی‌متر اتفاق افتاد. تیمارهای I2 و I3 هم نسبت به هم و هم نسبت به تیمار شاهد(I1) تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد داشته‌اند. هم‌چنین تیمارهای I2 و I3 نسبت به تیمار I1 به ترتیب به میزان ۲۲/۸ و ۳۵/۸ درصد کاهش قطر داشتند. روند تغییرات قطر ساقه گیاه کوشیا تحت تأثیر تنش کم‌آبی در تیمارهای مختلف شوری در شکل (۹) به ترتیب (الف) تا (د) نشان داده شده است. بر خلاف تأثیر تنش‌های شوری اعمال شده در تحقیق، تاثیر تنش آبی در تیمارهای مختلف شوری بر روی قطر ساقه گیاه کوشیا چشم‌گیر و قابل ملاحظه بود. در تمامی تیمارها به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین افزایش قطر ساقه را در طول دوره تحقیق، تیمارهای I1 و I3 داشتند. هم‌چنین نتایج شکل (۹) نشان می‌دهد که افزایش قطر ساقه از تمام طول دوره تحقیق به صورت افزایشی بوده است. در حالت کلی می‌توان نتیجه گرفت که تنش آبی نسبت به تنش شوری، تاثیر بیش‌تری بر روی جلوگیری از افزایش قطر ساقه در طول دوره کشت داشته است.

www.SID.ir

Archive of SID



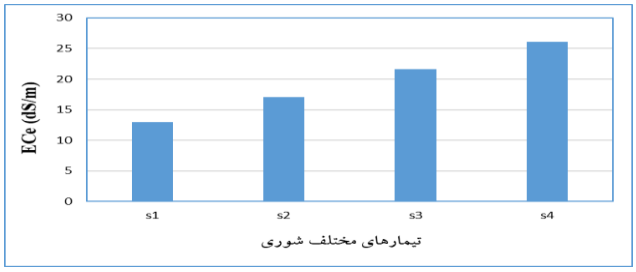
شکل ۹- الف) تغییرات قطر ساقه گیاه در سطوح مختلف کم‌آبی در تیمار شوری S1. ب) تغییرات تعداد قطر ساقه گیاه در سطوح مختلف کم‌آبی در تیمار شوری S2. ج) تغییرات قطر ساقه گیاه در سطوح مختلف کم‌آبی در تیمار شوری S3. د) تغییرات قطر ساقه گیاه در سطوح مختلف کم‌آبی در تیمار شوری S4

تابع عملکرد گیاه

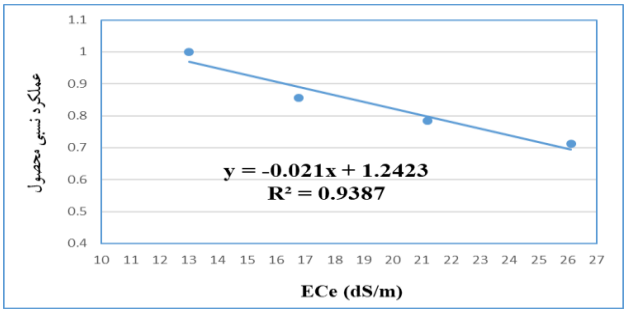
در این بخش، رابطه بین عملکرد نسبی محصول و متوسط شوری عصاره اشباع ریشه در سطوح مختلف شوری آب آبیاری تعیین شد. همان‌طور که گفته شد برای محاسبه میزان عملکرد نسبی محصول تولیدی در شوری‌های مختلف از رابطه ماس و هافمن استفاده شد. برای محاسبه میانگین هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، از متوسط این پارامتر در پایان فصل کشت و در دو عمق ۲۵-۰ و ۵۰-۲۵ سانتی‌متر در تمام تیمارها استفاده شد. به این صورت که بعد از برداشت، از تمام لایسیمترها در دو عمق ۲۵ و ۵۰ سانتی‌متری، نمونه تهیه کرده و شوری عصاره اشباع خاک در این اعماق محاسبه شد.

سپس از شوری‌های عصاره اشباع در هر دو عمق میانگین گرفته و مقدار آنها ثبت گردید. از متوسط مقادیر شوری‌های مختلف در اعماق نام برده، در تکرارهای مختلف میانگین گرفته و در نهایت میزان شوری عصاره اشباع خاک در چهار تیمار شوری S_1، S_2، S_3 و S_4 در تیمارهای مختلف کم‌آبی محاسبه شد. شکل(۱۰) میانگین تغییرات شوری عصاره اشباع خاک را نشان می‌دهد.

عملکرد نسبی محصول تولیدی نیز از تقسیم عملکرد محصول در هر تیمار بر عملکرد حداکثر محصول تولیدی (تیمار شاهد) بدست آمد. سپس با استفاده از رگرسیون خطی(شکل ۱۱) ضرایب معادله برآورد گردید.



شکل ۱۰- میانگین تغییرات شوری عصاره اشباع خاک



شکل ۱۱- نمودار کاهش نسبی محصول نسبت به شوری عصاره اشباع خاک

www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس نتایج معادله خطی برازش شده، تغییرات عملکرد کوشیا در مقابل شوری نشان داد که آستانه تحمل به شوری کوشیا، ۱۳/۰۲ دسی‌زیمنس بر متر عصاره اشباع خاک و شیب خط (b) ۲/۱ درصد می‌باشد (جدول ۵) که بر اساس تقسیم بندی فائو جزء گیاهان مقاوم به شوری به حساب می‌آید.

جدول ۵- نتایج مربوط به ضرایب معادله ماس و هافمن

آستانه تحمل گیاه (dS/m)	شیب کاهش محصول (درصد)	ضریب تعیین (درصد)
۱۳/۰۲	۲/۱	۹۴

ضریب تعیین برای عملکرد محصول نیز ۰/۹۴ بدست آمد که نشان دهنده توانایی این مدل در برآورد عملکرد نسبی محصول نسبت به شوری می‌باشد. صالحی و همکاران (۱۳۹۲) در استان گلستان با طرح آزمایشی به صورت کشت بهاره در شمال استان گلستان با شش سطح شوری (۱/۵، ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ و ۳۵ دسی زیمنس بر متر) و چهار سطح کاربرد آب (۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی گیاه) انجام دادند. آنها در این آزمایش، آستانه تحمل کوشیا به شوری و شیب کاهش محصول را به ترتیب ۴/۳۵ و ۳/۸۸ درصد بدست آوردند. دلیل تفاوت در آستانه تحمل گیاه کوشیا در اهواز و گلستان را شاید بتوان این‌چنین بیان کرد که در این تحقیق، هیچ میزان آبی برای نیاز آبشویی در نظر گرفته نشده و هیچ مقدار زه آب تولیدی نداشته است. لذا همین می‌تواند موجب بالا رفتن مقدار شوری عصاره اشباع خاک در منطقه ریشه گیاه گردد.

تابع تولید نسبت به آب

تابع تولید یک مفهوم کلی و کاربردی است. رابطه‌ای است بین واکنش (کمی یا کیفی) گیاه به پارامترها و نهاده‌های مختلف تولید (آب، کود، خاک، انرژی و سایر شرایط و عوامل زراعی). در این تحقیق واکنش عملکرد گیاه کوشیا نسبت به مصرف آب بر اساس ضریب حساسیت عملکرد گیاه (K_y) طبق رابطه دورنبوس و کاسام بررسی شد. بر اساس این معادله، ضریب حساسیت به خشکی عبارت از نسبت کاهش محصول به ازاء واحد کم‌آبیاری است. هر چه ضریب حساسیت به خشکی بزرگ‌تر باشد، حساسیت گیاه به کم‌آبیاری بیش‌تر خواهد بود. در این پژوهش ضریب حساسیت به خشکی گیاه کوشیا برای عملکرد علوفه تر محاسبه شد. حداکثر تبخیر و تعرق گیاه (ET_{max}) برای تیمارهای آبیاری کامل (۱۰۰٪) برابر ۴۸۷/۷۸ میلی‌متر در کل دوره مورد تحقیق می‌باشد. هم‌چنین میزان تبخیر و تعرق گیاه کوشیا در تیمارهای ۷۵٪ و ۵۰٪ نیاز آبی به ترتیب برابر ۳۸۸/۹۲ و ۲۹۰/۰۶ میلی‌متر در طول دوره مورد تحقیق بودند که به عنوان تبخیر تعرق واقعی گیاه (ET_a) در شرایط تنش کم‌آبی، در نظر گرفته شدند. هم‌چنین متوسط علوفه تر در تیمارهای با آبیاری کامل به عنوان حداکثر محصول (Y_{max}) و متوسط عملکرد در تیمارهای ۷۵٪ و ۵۰٪ کم‌آبیاری به عنوان محصول واقعی (Y_a) در نظر گرفته شدند. با توجه به موارد فوق متوسط مقدار ضریب حساسیت به خشکی در شرایط کم‌آبیاری ۷۵٪ و ۵۰٪ نیاز آبی برای گیاه کوشیا، محاسبه شد. میانگین این ضریب در کل دوره مورد تحقیق برای علوفه این گیاه، برای تیمارهای کم‌آبی ۷۵٪ و ۵۰٪ به ترتیب برابر ۰/۱۹ و ۰/۶۰ بدست آمد (جدول۶).

جدول ٦- مقادیر ضریب حساسیت به خشکی در تیمارهای کم آبی ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی و در شوری‌های مختلف

تیمار کم‌آبی	K_y
I_2 در تیمارهای مختلف شوری	۰/۱۹
I_3 در تیمار های مختلف شوری	۰/۶۰
میانگین	۰/۳۹

صالحی و همکاران (۱۳۹۲) ضریب حساسیت به خشکی را برای کوشیا در شمال استان گلستان برای تیمارهای مختلف شوری (۱/۵، ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ و ۳۵ دسی زیمنس بر متر) و کم‌آبیاری (۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی) کوشیا بدست آوردند. آن‌ها برای تیمارهای مختلف شوری برای K_y مقادیری بین ۰/۲۳ تا ۰/۸۷ و برای تیمارهای مختلف کم‌آبیاری این ضریب را در محدوده ۰/۵۱ تا ۰/۷۵ گزارش کردند. میزان K_y برای برخی گیاهان زراعی مانند یونجه ۱/۱، پنبه ۰/۸۵ و ذرت ۱/۲۵ گزارش شده است(Doorenbos and Kassam, 1979). هر چه حساسیت گیاه به خشکی بیشتر شود، ضریب حساسیت بیشتر خواهد شد. میانگین ضریب K_y به‌دست آمده در این تحقیق نشان می‌دهد که گیاه کوشیا ضریب حساسیت به خشکی پایینی دارد که نشان از توان و تحمل بالای این گیاه در شرایط تنش خشکی می‌باشد. با توجه به مقادیر به‌دست آمده برای K_y و مقایسه تغییرات عملکرد نسبی محصول در مقابل تغییرات میزان آب مصرفی، می‌توان نتیجه گرفت که نرخ کاهش عملکرد نسبت به نرخ کاهش میزان مصرف آب، یکسان نیست. به‌طور کلی این نتیجه دلالت بر این دارد که عملکرد در مقابل مقدار مشخصی از کاهش میزان مصرف آب، به نسبت کمتری کاهش یافته است.

ضریب تنش ناشی تنش شوری

اثر تنش شوری بر تبخیر و تعرق گیاه با کاهش مقدار ضریب

www.SID.ir

Archive of SID

گیاهی متأثر از ضریب تنش شوری (K_s) توصیف می‌شود. همان‌طور که گفته شد در این تحقیق برای تعیین این ضریب از معادله آلن و همکاران استفاده شد. میانگین مقادیر بدست آمده برای این ضریب برای شوری های S2، S3 و S4 در تیمارهای آبیاری ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی محاسبه شد. مقادیر بدست آمده برای این ضریب در جدول (۷) گزارش شده است.

جدول ۷- مقادیر ضریب تنش شوری (K_s) در تیمارهای مختلف آبیاری

تیمار		K_s
S_2	I_2	۰/۸۵
	I_3	۰/۸۹
S_3	I_2	۰/۰۹
	I_3	۰/۷۵
S_4	I_2	۰/۰۶
	I_3	۰/۵۶

با افزایش شوری به دلیل این‌که گیاه باید انرژی بیش‌تری را مصرف کند تا از خاک آب جذب کند میزان آب قابل دسترس گیاه کاهش یافته و در نهایت موجب کاهش رشد گیاه و کاهش میزان تبخیر تعرق می‌شود (Allen et al, 1998). ضرایب بدست آمده در جدول (۷) نیز مؤید همین مطلب است و با افزایش شوری میزان K_s کاهش یافته است. صالحی و همکاران (۱۳۹۲) ضریب تنش شوری در تیمارهای مختلف آبیاری را برای کوشیا در شمال استان گلستان برای تیمارهای مختلف شوری (۱/۵، ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ و ۳۵ دسی زیمنس بر متر) و کم‌آبیاری (۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی) محاسبه و برای آن مقادیری بین ۰/۲۱۹ (در شوری ۲۸ دسی زیمنس بر متر و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه) تا ۰/۶۸۹ (در شوری ۷ دسی زیمنس بر متر و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه) گزارش کردند. هم‌چنین آن‌ها گزارش کردند که با افزایش شوری میزان Ks کاهش یافته است که با نتایج این تحقیق سازگاری دارد. هم‌چنین نتایج نشان داد که ضرایب K_s بدست آمده در حالت ترکیب تنش شوری با کم آبی ۵۰ درصد بیشتر از ترکیب تنش شوری با کم‌آبی ۷۵ درصد است. در همین راستا، صالحی و همکاران (۱۳۹۲) در محاسبه ضریب K_s، در برخی موارد به نتایجی مشابه با این تحقیق رسیدند. مثلا آنها ضریب K_s ناشی از ترکیب تنش‌های شوری ۱۴ دسی زیمنس برمتر و کم‌آبی ۵۰ درصد نیاز آبی را ۰/۴۵۵ و همین ضریب را برای تنش‌های شوری ۱۴ دسی زیمنس بر متر و کم‌آبی ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه، ۰/۴۳۲ بدست آوردند که با نتایج این تحقیق سازگاری دارد.

بهره‌وری آب مصرفی

یکی از شاخص‌های مورد استفاده در مباحث عملکرد گیاه و آب مصرفی، که مبنای اقتصادی دارد، بهره‌وری از آب (Water Productivity) است که به صورت نسبت عملکرد محصول به مقدار آب آبیاری مصرفی تعیین می‌شود (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵) و در سال‌های اخیر بسیاری از تحقیقات فنی مهندسی را در بخش کشاورزی به خود اختصاص داده است. در این تحقیق، بهره‌وری آب مصرفی برای عملکرد گیاه کوشیا تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری در شوری‌های مختلف، تعیین شد. بدین منظور از تقسیم ارقام مربوط به عملکرد کل بر میزان آب آبیاری مصرفی، بهره‌وری آب مصرفی بر حسب کیلوگرم در هکتار به ازای هر متر مکعب آب مصرفی محاسبه گردید. جدول (۸)، بهروه‌وری آب مصرفی گیاه کوشیا را نشان می‌دهد.

نتایج نشان داد که تیمارهای S_1I_3، S_1I_2 و S_1I_1 به‌ترتیب بیش‌ترین بهره‌وری آب را داشتند. با توجه به جدول (۸) مشاهده می‌شود که در تمام حالت‌ها، تیمار کم‌آبیاری I3 در شوری‌های مختلف، بالاترین بهره‌وری را داشته است و فقط در تیمارهای S_3I_1، S_3I_2 و S_3I_3 این‌گونه نبوده و تیمار برتر، تیمار S_3I_2 می‌باشد. هم‌چنین همان‌طور که مشاهده می‌شود افزایش شوری در تیمارهای مختلف آبیاری باعث کاهش بهره‌وری آب مصرفی گردید، که در اینجا هم شوری‌های S_3 و S_4 در تیمارهای کم‌آبی I_2 و I_3 از این روند پیروی نکرده و در این تیمارهای با افزایش شوری، بهره‌وری افزایش یافته است. شوری به طرق مختلف از جمله تأثیر بر پتانسیل آب خاک و کاهش دسترسی به آب خاک، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش میزان تبخیر و تعرق، کاهش میزان سطح و اندازه برگ‌ها، محدودیت رشد ریشه شده و کاهش میزان جذب آب توسط گیاه بر بهره‌وری آب تأثیر می‌گذارد (Richard, 1992). برتری تیمارهای کم‌آبی ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه در شوری‌های مختلف، از نظر میزان بهره‌وری آن هم به نسبت بالا، نشان دهنده این است که از این گیاه در شرایط بسیار سخت و تحت تنش‌های شدید و توام کم‌آبی و شوری نیز می‌توان انتظار عملکرد بالایی از نظر تولید علوفه را داشت. صالحی و همکاران (۱۳۹۲) بهره‌وری آب را برای کوشیا در شمال استان گلستان برای تیمارهای مختلف شوری (۱/۵، ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ و ۳۵ دسی زیمنس بر متر) و کم‌آبیاری (۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی) محاسبه و بیان کردند که بهره‌وری مصرف آب کوشیا با افزایش میزان مصرف آب و شوری آب آبیاری کاهش یافت. آن‌ها هم‌چنین بیش‌ترین میزان بهره‌وری مصرف آب را در تیمار با شوری ۱/۵ دسی زیمنس بر متر و ۵۰ درصد مصرف آب و برابر ۱۳ کیلوگرم بر متر مکعب و کم‌ترین میزان آن‌را در تیمار با شوری ۳۵ دسی زیمنس بر متر و ۱۲۵ درصد مصرف آب و برابر ۴ کیلو گرم بر متر مکعب گزارش کردند. در کل نتایج این تحقیق و تحقیقات دیگر نشان داد که میزان بهره‌وری آب در تولید علوفه گیاه کوشیا حتی در شرایط تنش شدید و توام شوری و کم‌آبی بالا و قابل قبول می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۸- بهره وری آب مصرفی کوشیا

تیمار		حجم آب مصرفی ($m^3. ha^{-1}$)	عملکرد کل ($ton. ha^{-1}$)	بهره‌وری آب مصرفی ($Kg. m^{-3}$)
I_1	S_1	۵۴۹۹/۴۸	۵۷/۹۰	۱۰/۵۳
	S_2	۵۴۹۹/۴۸	۵۰/۲۸	۹/۱۴
	S_3	۵۴۹۹/۴۸	۴۴/۹۵	۸/۱۷
	S_4	۵۴۹۹/۴۸	۳۲/۹۰	۵/۹۸
I_2	S_1	۴۳۹۶/۵۰	۵۶/۳۲	۱۲/۸۱
	S_2	۴۳۹۶/۵۰	۴۶/۶۶	۱۰/۶۱
	S_3	۴۳۹۶/۵۰	۴۷/۲۴	۱۰/۷۵
	S_4	۴۳۹۶/۵۰	۳۲/۴۰	۷/۳۷
I_3	S_1	۳۲۹۳/۵۲	۴۴/۶۹	۱۳/۵۷
	S_2	۳۲۹۳/۵۲	۳۸/۸۱	۱۱/۷۸
	S_3	۳۲۹۳/۵۲	۳۲/۹۰	۹/۹۹
	S_4	۳۲۹۳/۵۲	۳۶/۷۶	۱۱/۱۶

نتیجه‌گیری

مشکل کمبود منابع آب با کیفیت و شوری منابع آب و خاک از تهدیدهای اصلی توسعه کشاورزی در کشور است. تولید محصولات کشاورزی در این اراضی به‌ناچار مستلزم آبشویی برای کنترل شوری منطقه ریشه است. این در حالی است که کشت محصولات متحمل به شوری و نیز گیاهان شورزیست معمولاً هم نیاز آبی و هم نیاز آبشویی را کاهش می‌دهد. این موضوع به‌خصوص در استان خوزستان که دفع زه‌آب مشکل آفرین است مهم‌تر می‌شود. استفاده تلفیقی از منابع آب شور برای تولید علوفه، چوب، دام و آبزیان که تحت عنوان شورورزی شناخته می‌شود بازده اقتصادی این طرح‌ها را افزایش داده است. در این تحقیق جهت بدست آوردن ضریب حساسیت آبی، ضریب تنش شوری و بهره‌وری علوفه کوشیا تحت تنش شوری و رژیم‌های آبیاری با استفاده از رهاب کشاورزی، در مناطق گرم و خشک پرداخته شد، که نتایج بدست آمده از تحقیق در زیر ارائه شده است

– ارزیابی عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه کوشیا تحت تنش شوری نشان داده که بجز قطر ساقه، تمامی اجزاء تحت تأثیر معنا دار تنش شوری قرار گرفتند.

– مقایسه میانگین صفات مختلف نشان داد که بین تیمار آبیاری کامل و تیمار آبیاری ۷۵ درصد از وزن تر کل اندام هوایی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، که می‌توان نتیجه گرفت با کاهش آب آبیاری به اندازه ۲۵ درصد عملکرد خوبی به‌دست خواهد آمد و می‌توان سطح بیشتری را به زیر کشت برد.

– نتایج نشان داد که با افزایش شوری ضریب حساسیت به شوری (K_s) کاهش یافت. هم‌چنین نتایج نشان داد که ضرایب K_s بدست آمده در حالت ترکیب تنش شوری با کم آبی ۵۰ درصد بیشتر از ترکیب تنش شوری با کم‌آبی ۷۵ درصد است.

– میانگین ضریب K_y به‌دست آمده در این تحقیق نشان می‌دهد که گیاه کوشیا ضریب حساسیت به خشکی پایینی دارد که نشان از توان و تحمل بالای بدون کاهش عملکرد شدید این گیاه در شرایط تنش خشکی و شوری می‌باشد. بنابراین روش کم‌آبیاری برای مدیریت آبیاری کوشیا تا شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر توصیه می‌شود.

– نتایج این تحقیق نشان داد که میزان بهره‌وری آب در تولید علوفه گیاه کوشیا حتی در شرایط تنش شدید و توام شوری و کم‌آبی بالا و قابل قبول می‌باشد. هم‌چنین در این تحقیق مشاهده شد که شوری باعث کاهش میزان بهره‌وری آب می‌شود و بهره‌وری آب در شرایط کم‌آبیاری بیشتر از ابیاری کامل است.

– نتایج این مطالعه نشان داد که کوشیا می‌تواند به عنوان یک گیاه علوفه‌ای مناسب در مناطقی مثل اهواز که آب آبیاری و خاک از کیفیت مطلوبی برخوردار نیست (حتی بدون نیاز به آب‌شویی و اصلاح خاک که هزینه زیادی را متوجه تولیدکنندگان می‌کند) زراعت شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه شهید چمران اهواز به واسطه حمایت های مالی قدردانی می نمایند. (شماره گرنت: ۲۶۲۴۷).

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

خورسندی،ف.، ژ. وزیری، و ع.ا. عزیـزی زهـان .۱۳۸۹ . شـورورزی، استفاده پایدار از منابع آب و خاک شور در کشاورزی.کمیتـه ملـی آبیاری و زهکشی.

سبحانی، م.ر.، و م. مجیدیان. ۱۳۹۳. بررسی اثـرات سـطوح مختلـف تنش شوری و تراکم بوته بر عملکرد کمی و کیفی علوفـه و دانـه کوشیا در شرایط آب و هوایی شهرستان اراک. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی. جلد ۲۱(۱): ۹۱-۱۱۰.

سپاسخواه،ع.، ع. توکلی، و ف. موسوی. ۱۳۸۵. اصول و کـاربرد کـم-آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۲۸۸ص.

سلیمانی، م.، م. کافی، م. ضیائی، و ج. شـباهنگ. ۱۳۸۶. تـاثیر کـم-آبیاری بر عملکـرد دوتـوده بـومی شورزیسـت کوشـیا در شـرایط آبیاری با آب شور. دهمین کنگره علوم زراعت و اصـلاح نباتـات. جلد ۲(۲):۳۰۷-۳۱۷.

شکری، س. هوشمند، ع. و م. قربـانی .۱۳۹۴. بـرآورد ضـریب تشـت تبخیر به‌منظور محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مرجع در منطقه اهواز. علوم و مهندسی آبیاری. جلد ۴۰(۱): ۱-۱۲.

صالحی، م. ۱۳۸۹ . تأثیر تنش شوری و کم آبی بر میزان تولید کمـی، کیفـــی و خصوصـــیات فیزیومورفولوژیـــک کوشـــیا (Kochia scoparia). پایان نامه دکتری- دانشگاه فردوسی مشهد.

صالحی، م.، م. کافی، و ع.ر. کیانی. ۱۳۹۰. اثر تنش شوری و کم‌آبـی بر تولید زیست توده کوشیا و روند شوری خاک. مجلـه بـه‌زراعـی نهال و بذر. جلد ۲-۲۷(۴):۴۱۷-۴۳۳.

صـالحی، م.، م.کـافی، و ع.ر. کیـانی. ۱۳۹۲. بهـره وری آب، ضـریب حساسیت به خشکی و ضریب گیاهی در کوشیا تحت تنش شوری و کم‌آبی در کشت بهاره. مجله پژوهش آب ایران. سال ۷ (۱۲) : ۸۹ – ۹۸.

ضـیایی، م.، م. کـافی، ح.ر. خزاعـی، ج. شـباهنگ، و م.ر. سـلیمانی. ۱۳۸۷. اثر تراکم بوته و تعداد چین بر عملکرد و اجـزای عملکـرد علوفه و دانه کوشیا (Kochia scoparia) تحت شرایط آبیـاری با آب شور. مجله پژوهش های زراعـی ایـران، جلـد ۶(۲): ۳۳۵-۳۴۲.

کافی، م.، ج. نباتی، س. خانی‌نژاد، ع. معصومی، و م. زارع مهرجـردی. ۱۳۹۰. ارزیابی خصوصیات علوفـه‌ای تـوده‌هـای مختلـف کوشـیا (Kochia Scoparia) بـا دوسـطح شـوری آب آبیـاری. مجلـه الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد۴(۱):۲۲۹-۲۳۸.

معصومی، ع.، م. کافی، ج. نباتی، و م. زارع مهرجردی. ۱۳۹۴. بررسی امکان تولید علوفـه دوتـوده کوشـیا (Kochia Scoparia L) در شرایط شور. نشریه تولید گیاهان زراعی. ۱۰(۱): ۱-۱۹.

نباتی، ج.، م. کافی، ا. انتظامی، پ. رضوانی‌مقـدم، ع. معصـومی، و م. زارع مهرجـردی. ۱۳۹۱. بررسـی تـاثیر تـنش شـوری در مراحـل مختلف رشدی بر خصوصیات کمی و کیفی علوفه کوشـیا. مجلـه الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد ۵(۲):۱۱۱-۱۲۸.

نباتی، ج.، م. کافی، ا. نظـامی، پ. رضـوانی‌مقـدم، ع. معصـومی، و م. زارع‌مهرجـردی. ۱۳۸۸. بررسـی تولیـد روغـن و زیسـت تـوده در کشاورزی شور زیست توسط کوشیا (Kochia Scoparia). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. جلد۹(۴):۶۱۵-۶۲۲.

Allen R. G. Pereira L. S. Raes D. and Smith M. 1998. FAO Irrigation and drainage. 56. Evapotranspiration. (Guidelines for computing crop water requirements). FAO, Rome, Italy.

Allen. R. G. and W. O. Pruitt. 1991. FAO-24 reference evapotranspiration factors. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE, 110(3): 289-303.

Coxworth E. Green D. and Kernan J. A. 1988. Improving the agronomics and feed value of kochia. Saskatoon, Saskatchewan: Saskatchewan Research Council.

Doorenbos, J., and Kassam, A.H. 1979. Yield response to water. FAO, Irrigation and Drainage, Paper No.33, Rome.

Foster, C. 1980. Kochia - poorman's alfaalfa shows potentiol as feed. Rangelands 2:22-23.

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.

Kafi, M., Asadi, H., 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. Agr. Water Manage. 97, 139-147.

Knipfel J. E. Kernan J. A. Coxworth E. C. and Cohen R. D. H. 1989. The effect of stage of maturity on the nutritive value of kochia. Canadian Journal of Animal Science. 69(4):111-114.

Maas, E. V. and Hoffman, G. J. 1977. Crop salt tolerance-current assessment. J. Irrig. and Drainage Div., ASCE, 103 (IR2): 115-134.

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.

Munns, R., and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity

www.SID.ir

Archive of SID

salinity stress and limited irrigation on Kochia biomass production and soil salinity trend, 2-27(4), 417-433.

Stubendieck, J.M., Coffin, M.J., Landholt, L.M., 2003. Nebraska Dept of Agriculture Lincoln, NE.

Under Sander, D.J., Durgan,B.R., Kaminski, A.R., Doll, J.D., Worf, G.L., Schulte, E.E. 1990. Alternative field crops manual [online]. Available at: http//www.hort.pardue.edu./new crop/afcm/Kochia.html.

Whitson, T.D., Burrill, L.C., Dewey, S.A., Cundey, D.W., Nelson, B.E., Lee, R.D., Parker, R. 1991. Weeds of thr west weed sciand univ. Wyoming, Laramie, Wy.

Nabati, J. 2010. Effect of salinity on physiological characteristics and qualitative and quantitative traits of forage Kochia (*Kochia scoparia*) Ph.D. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad.

tolerance. Annu. Rev. Plant Physiol. 59: 651-681.

Nabati, J. 2004. The effect of irrigation intervals on qualitative and quantitative traits of forage millet, sorghum and corn. M.Sc. Thesis of Ferdowsi University. Mashhad, Iran .

Payero Jose´ O. A. R. Steven Melvin, B. C. Suat Irmak, A. David Tarkalson. 2006. Yield response of corn to deficit irrigation in a semiarid climate.. Published in Agricultural Water Management 84:101-112.

Richard R. A. 1992. Increasing salinity tolerance of grain crops:Is it worthwhile? Plant and Soil. 146(1-2):89-98.

Salehi, M., Kafi, M., and Kiani, A. 2009. Growth analysis of kochia (Kochia scoparia (L.) schrad) irrigated with saline water in summer cropping. *Pak. J. Bot*. 41: 1861-1870.

Salehi, M., Kafi, M., and Kiani, A. 2012. Effect of

www.SID.ir

A Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 13, Dec.-Jan. 2019, p. 1204-1221

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۳، آذر - دی ۱۳۹۸، ص. ۱۲۲۱-۱۲۰۴

Determination of Salinity and Water Sensitivity Coefficient with the Approach Study Water Productivity of Kochia Scoparia L. in Ahvaz Climate

R. Sadegh Mansouri[1], M. Golabi [2*], S. Boroumand Nasab[3] and M. Salehi[4]

Recived: May.04, 2019 Accepted: Jul.11, 2019

Abstract

The problem of salinity of water resources and lack of quality water resources is one of the main threats to agricultural development in arid and semi-arid areas such as Khuzestan. Regarding existing problems, low irrigation method, using high salinity drainage, planting salinity resistant plants, and increasing water productivity are good management options. So, a study was conducted to determine the water sensitivity coefficient, salinity stress and Kochia water productivity in salinity and low water stress conditions in Ahvaz. The present study was carried out on Kochia plant at four salinity levels including Karoon river water (as the control with EC equal to 2.5 dS/m), 10, 15, 20 (dS/m) (S1, S2, S3 and S4, respectively) as the main factor and three levels of water deficit including 100, 75 and 50% water demand (I1, I2 and I3 respectively) as the sub plots in three replications (R1, R2 and R3) and as lysimetric in split plot and complete block designs. According to the results, the salinity stress coefficient in this study was between 0.06 and 0.89. The results showed that the coefficient of salinity decreased (Ks) by increasing water salinity. Also, the results showed that the Ks coefficients obtained in combination of salinity stress and 50% water deficit were higher than 75% water deficit stress. The average of Ky coefficient obtained in this study in under deficit irrigation conditions of 75% and 50% of water requirement was 0.19 and 0.60, respectively, indicating that Kochia has a low drought coefficient, which indicates high tolerance of this plant is not affected by severe drought stress conditions. The results also showed that the water productivity in the forage production of the Kochia plant is acceptable and high even under severe stress conditions, combined with salinity and water deficit. In this research, it was observed that salinity reduced water productivity and water utilization in deficit irrigation conditions was more than full irrigation. In general, the results of this study showed that kochia can be used as an appropriate forage plant in areas such as Ahvaz, where irrigation water and soil are not of desirable quality even without the need for leaching and soil remediation, which would cost a lot to producers.

Keywords: Leaching, Productivity, Drain water, Coefficient of sensitivity

1- Postgraduate of Irrigation and Drainage, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran
2- Assistant Professor of Irrigation and Drainage Department, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran
3- Professor of Irrigation and Drainage, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz. Ahvaz. Iran
4- Member of National Salinity Research Center of Yazd. Yazd. Iran
(*- Corresponding Author Email: mona_golabi@yahoo.com/m.golabi@scu.ac.ir)

www.SID.ir