فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد 17، شمارهٔ 2، صفحهٔ 291-276 (1389)

مطالعه زراعی نمودن چهار گونه مرتعی شورپسند تحت آبیاری با آبهای خیلی شور

محمد کافی[1*]، غلامرضا زمانی[2] و محسن پویان[3]

1*- نویسنده مسئول، استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
پست الکترونیک:mkafi2003@yahoo.com

2- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

3- کارشناس بازنشسته گیاهشناسی، اداره آموزش و پرورش بیرجند

تاریخ دریافت: 87/11/14 تاریخ پذیرش:88/12/22

چکیده

این مطالعه جهت امکان‌سنجی استفاده از چهارگونه هالوفیت یکساله به نامهای، *Atriplex arcuata*،*Kochia scoparia*، *Suaeda dimorphestegia* و *Salsola crassa* به‌عنوان گیاه علوفه‌ای در شرایط آبیاری با آب شور در طی سالهای 1382، 1383 و 1384 انجام شد. آزمایشها در مزرعه در قالب طرح کرت‌های خرد شده با سه تکرار انجام شد که در آن سه تیمار شوری، آب و آبیاری (1/5، 9/5 و 26/0 دسی‌زیمنس بر متر) به‌عنوان کرت‌های اصلی و چهار گونه به‌عنوان کرت‌های فرعی انتخاب شدند. اختلاف معنی‌داری بین هالوفیت‌ها در محیط بوته، نشت املاح محلول به سطح برگ، عملکرد علوفه و ارتفاع مشاهده شد. به‌طوری‌که تولید ماده خشک *Suaeda* (11850 کیلوگرم در هکتار) نیز حداقل بیش از دو برابر بالاترین عملکرد گونه‌های دیگر بود. در حالی‌که پس از *Suaeda* گونه‌های *Kochia* و *Salsola* و *Atriplex* به‌ترتیب 4725، 5136 و 3616 کیلوگرم در هکتار عملکرد ماده خشک داشتند. نسبت وزن برگ به اندام‌های هوایی این گیاهان در زمان برداشت از 39٪ در *Atriplex* تا 56٪ در *Salsola* متغیر بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که رفتارهای جوانه‌زنی و سبز شدن، نیازهای اکولوژیکی و زراعی گونه‌های مورد مطالعه نیاز به بررسی گسترده‌تر دارد. ولی تولید ماده خشک رضایت‌بخش در شوری بیش از دو سوم آب دریا نشانگر استعداد مناسب این گونه‌ها برای تولید با استفاده از منابع آب و خاک شور غیرقابل بهره‌برداری در گیاهان زراعی متداول است.

واژه‌های کلیدی: گونه‌های شورزیست، آبیاری با آب شور، تنش شوری و تولید علوفه.

مقدمه

جمعیت جهان بشدت در حال افزایش است و در حال حاضر بیش از 830 میلیون نفر از مردم دنیا از سوء تغذیه و گرسنگی در رنجند و 70٪ اراضی خشک دنیا در معرض بیابانی‌شدن می‌باشد. این واقعیات بیانگر این است که منابع تولید محصولات کشاورزی نیز روز به روز محدودتر می‌شود (Lieth & Lohmann, 2000). بخشی از این سوءتغذیه مردم و بیابان‌زایی در ایران اتفاق افتاده یا خواهد افتاد. در بیش از 90٪ مناطق کشور ما، کشاورزی بدون آبیاری امکان‌پذیر نیست (وزارت کشاورزی، 1377). هرگونه افزایش سطح زیر کشت و حتی حفظ سطح موجود نیازمند استحصال منابع آب مطمئن است.

یکی از راههای مؤثر برای تأمین منابع غذایی نسل‌های آینده تلاش در جهت افزایش راندمان تولید در واحد سطح، افزایش راندمان آبیاری و استفاده از منابع جدید گیاهیست (جامی الاحمدی، 1384؛ Lieth & Lohmann, 2000).

در بین منابع عمده صحراها، آب شور کمترین منبع استفاده شده است، بنابراین یک رهیافت بهره‌برداری از منابع غیرمتعارف این است که گیاهان شورزیست (هالوفیت) را به‌عنوان گیاهان علوفه‌ای و زراعی کشت و با آبهای خیلی شور و غیرقابل استفاده در زراعت‌های متداول آبیاری نمود (Miyamoto *et al*., 1992, Ashraf *et al*., 2009). از این رو کشاورزی شورزیست[1] یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر، به‌ویژه در نواحی خشک و نیمه‌خشک به‌شمار می‌آید که اخیراً مورد توجه زیادی قرار گرفته است (Zahran, 1993, Kafi & Khan, 2008) .

ایران یکی از کشورهای غنی در زمینه وجود هالوفیت‌هاست. برآوردها حکایت از حضور بیش از 400 گونه هالوفیت در ایران دارد. خانواده کنوپودیاسه بیشترین درصد گیاهان هالوفیت را در بین خانواده‌های گیاهی داراست (44٪). تعداد گونه‌های هالوفیت این خانواده بیش از 300 گونه است (Koocheki & Mahalati, 1992). (Akhani& Ghorbanli, 2004) در یک بررسی تعداد 165 گونه هالوفیت از 26 خانواده و 73 جنس گیاهی برای ایران گزارش نموده‌اند که 53٪ آنها را گیاهان خانواده کنوپودیاسه تشکیل می‌دهند. بیش از 130 گونه از هالوفیت‌های شناخته شده در ایران مرکزی یافت شده‌اند. این گیاهان متحمل به خشکی و یا شوری هستند و در حالت طبیعی خود توسط دام چریده می‌شوند (Zahran, 1993). *Kochia* یک گونه هالوفیت است که ممکن است منبع خوبی از علوفه دامی از طریق مصرف آب شور فراهم کند (Kafi & Jami Alahmadi, 2008).

بنابراین استفاده از هالوفیت‌ها برای مردم بومی موضوع جدیدی نیست. از دیرباز مشخص شده که گونه‌های زیادی ازجمله *Atriplex*، *Salsola*، *Suaeda*، *Sporobolus*، *Distichlis*، *Halosarcia* و جنس‌های دیگر گیاهی توسط نشخوارکنندگان به‌خوبی چریده می‌شوند (Miyamoto *et al*.,1992, Ozturk *et al*., 2006). در ایران نیز هالوفیت‌ها بخش مهمی از فلور منطقه‌ای را در نواحی بسیاری تشکیل می‌دهند و در موارد بسیاری هالوفیت‌ها غذای تکمیلی یا اضطراری در طی شرایط نامطلوب محسوب می‌شوند. تلاشهای قاعده‌مند برای به‌گزین‌کردن این گونه‌ها به‌عنوان گیاهان علوفه‌ای نیز تقریباً جدید است (Koocheki & Mahalati. 1992, Kafi & Khan, 2008).

گیاهان خانواده Chenopodiaceae تنوع وسیعی از نظر مسیرهای فتوسنتزی دارند و گیاهان دارای مسیرهای فتوسنتزی C3 و C4 در این خانواده یافت می‌شوند. گیاهان این خانواده به چهار قبیله اصلی شامل قبیله *Atriplex*ها، قبیله کمفروزها، *Suaeda* ها و *Salsola* ها تقسیم می‌شوند. هر کدام از این چهار قبیله خصوصیات ویژه خود را دارا می‌باشند. چهار گونه *Kochia scoparia*، *Atriplex arcuata*، *Suaeda dimorphestegia* و *Salsola crassa* گیاهان دو لپه علفی و یکساله و هر کدام به‌ترتیب متعلق به یکی از چهار قبیله ذکر شده می‌باشند (Zahran, 1993)

گونه‌های جنس *Kochia*، *Atriplex*، *Suaeda* و *Salsola* می‌توانند به‌عنوان علوفه برای دام استفاده شوند. گیاه *Kochia scoparia* گونه‌ای خوشخوراک، نسبتاً

1. Saline Agriculture

مغذی و با عملکرد رضایت‌بخش است که با میل توسط دام‌های اهلی چریده می‌شود. برگ‌ها و سرشاخه‌های گیاه علوفه‌ای ارزشمند برای گوسفند، گاو، شتر، اسب و بز به‌شمار می‌آید (Squires, 1992 ;Eberlin *et al.*, 2002 ;Kafi & Jami Al Ahmadi, 2008).

Salsola ها با نام عمومی شوره گیاهان یکساله یا چندساله از خانواده اسفناجیان بوده که بر خلاف فراوانی آنها در ایران روی *Salsola* های یکساله کار مهمی انجام نشده است. این گیاهان علاوه بر ارزش علوفه‌ای به‌عنوان تأمین‌کننده نمک دام به‌ویژه قبل از رفتن به آبشخوار مطرح هستند. در ایران بیش از 40 گونه *Salsola* شناسایی شده است (رنجبر، 1381).

(Glenn *et al.*, 1992) در بررسی 45 گونه متفاوت هالوفیت دریافتند که 10 گونه *Atriplex* قابلیت هضم ماده آلی بیشتری نسبت به یونجه داشتند. در بین هالوفیت‌ها، در گیاه *Suaeda fruticosa* افزایش شوری تا سطح 200 مول کلرید سدیم بر مترمکعب باعث افزایش وزن خشک ساقه در سطوحی بیشتر از شاهد شد؛ هر چند افزایش بیشتر شوری کاهش آن را در پی داشت (Khan *et al.*, 2000). Khan *et al.*, (2000) در مطالعه‌ای بر روی گیاه *Atriplex* نتیجه گرفتند که افزایش شوری اثر معنی‌داری روی وزن خشک برگ نداشت، در حالی که وزن خشک ساقه با افزایش شوری بشدت کاهش یافت و در نتیجه نسبت برگ به ساقه با شوری افزایش پیدا کرد.

تنوع زیادی در سطح تولید ماده خشک هالوفیت‌ها گزارش شده است. در حالی که در یک گزارش عملکرد علوفه‌ای بین 2 تا 8 تن ماده خشک در هکتار برای *Kochia* اعلام شده است (Zahran, 1993).

در این آزمایش از هر قبیله از خانواده Chenopodiaceae یک گونه که از فراوانی قابل قبولی در فلور خراسان جنوبی برخوردار بوده و استعداد زراعی شدن را داشته انتخاب و در طی سه سال مطالعه خصوصیات اکولوژیکی و زراعی آنها مورد مطالعه قرار گرفت. ضمناً این مطالعه بر روی گیاهان یکساله هالوفیت متمرکز گردیده است تا بتوان همانند گیاهان زراعی متداول در اراضی شور و با آبیاری آنها از منابع آب خیلی شور آنها را زراعت نمود (جامی الاحمدی، 1384، کافی و مهدوی دامغانی، 1379 , Lieth & Lohmann, 2000 ;Leith & Al Masoom, 1993). هدف از این مطالعه در مورد گیاه *Kochia*، *Atriplex*، *Suaeda* و *Salsola* بررسی پتانسیل زراعی‌کردن آن در مناطقی است که به‌دلیل شوری یا دیگر محدودیت‌های خاص محیطی، دارای قدرت تولید اندکی در محیط طبیعی خود هستند و امکان کاشت گیاهان زراعی متداول در آنها وجود ندارد. بدیهی است زراعی‌کردن چنین گیاهانی باعث می‌شود که خاک‌ها و آب‌های خیلی‌شور تبدیل به منابع قابل بهره‌برداری شوند.

مواد و روشها

آزمایش‌های مزرعه‌ای در فصول زراعی سالهای 82، 83 و 84 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، واقع در کیلومتر پنج جاده بیرجند-کرمان، با عرض جغرافیایی ′ 32 , °53 و طول جغرافیایی ′ 59, ° 13 و ارتفاع 1480 متر از سطح دریا انجام گردید. از مشخصات ویژه این ایستگاه تحقیقاتی این است که سه چاه عمیق هر کدام به فاصله یک کیلومتر از دیگری و دارای سه سطح شوری متفاوت دارد و فاصله این سطوح شوری نیز از یک نظم منطقی برخوردار است.

هدایت‌الکتریکی آب این چاهها به‌ترتیب 1/5، 5/5 و 9/5 دسی زیمنس بر متر است که با مخلوط نمودن نسبت‌های مختلف آنها می‌توان تیمارهای حد واسط شوری را نیز اعمال نمود. به‌طوری‌که تیمار 26 دسی‌زیمنس بر متر نیز از رودخانه فصلی واقع در پنج کیلومتری ایستگاه منتقل شد.

این آزمایشها به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. پلات اصلی شامل سه سطح شوری، آب و آبیاری از قبیل: شوری کم (S1)، شوری متوسط (S2) و شوری بسیار زیاد (S3) که به‌ترتیب معادل 1/5، 9/5 و 26 دسی‌زیمنس بر متر بودند (Rhoades *et al.*, 1992) (نتایج کاملتر تجزیه شیمیایی این آبها در جدول 1 نشان داده شده است) و پلات‌های فرعی شامل چهارگونه هالوفیت منطقه جنوب خراسان به نامهای *Kochia scoparia*، *Atriplex arcuata*، *Suaeda dimorphestegia* و *Salsola crassa* بودند (شکل 9 نمای شماتیک طرح را نشان می‌دهد). به‌منظور جلوگیری از نفوذ آب با شوریهای متفاوت فاصله بین پلات‌های اصلی دو متر و فاصله بین بلوک‌ها سه متر در نظر گرفته شد. هر کرت فرعی شامل پنج خط کاشت به طول چهار متر با فاصله ردیف یک متر بود که دو ردیف کناری هر کرت به‌عنوان حاشیه کلی کرت در نظر گرفته شد. با در نظر گرفتن دو خط دیگر از هر طرف برای حاشیه، سه ردیف مرکزی هر کرت به اندازه‌گیریهای عملکرد اختصاص داده شدند. به‌طوری‌که سطح مرکزی خود به دو قسمت، برداشت علوفه و بذر تقسیم شد. مساحت هر کرت فرعی 20 متر مربع و مساحت کل قطعه آزمایشی بیش از 1000 مترمربع بود.

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم در پاییز و دیسک در فروردین انجام شد. بذر *Kochia* از روستای مشکان واقع در شهرستان سبزوار که این گیاه در آنجا به‌منظور مصرف جارویی کشت می‌شود تهیه شد. بذر *Atriplex* در تابستان 1381 از داخل مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی بیرجند (این گیاه به‌عنوان علف هرز در حاشیه کرتها و کنار آبراهها در حد فراوانی وجود دارد) و بذرهای *Suaeda* و *Salsola* از اطراف چاه عماری واقع در بیابانهای جنوبی شهرستان بیرجند جمع‌آوری شد. کشت در هر سه سال آزمایش به صورت کرتی (در خطوطی که درون هر کرت ایجاد شد) انجام شد. بلافاصله پس از ایجاد شیار در روی خط کاشت و قرار دادن بذرهای مخلوط با ماسه، روی خطوط کشت با لایه نازکی از خاک‌اره و ماسه پوشیده و اقدام به آبیاری شد. قبل از کاشت، کود سوپر فسفات (برمبنای 150 کیلوگرم در هکتار) و اوره (بر مبنای 150 کیلوگرم در هکتار) در تمامی آزمایشها استفاده شد.

دو سطح شوری آب آبیاری از دو حلقه چاه عمیق با شوری 1/5 و 9/5 دسی‌زیمنس بر متر تأمین شد. آب مورد نیاز برای شوری زیاد (سطح سوم) از یک منبع طبیعی (رودخانه فصلی معروف به دهنه کر) که در 15 کیلومتری مزرعه واقع بود با تانکر به محل آورده شد. برای ذخیره آب، قبلاً تانکرهایی در محل اجرای آزمایش تعبیه شده و توسط موتور پمپ آبگیری می‌شدند. آبیاری طرح به صورت کرتی و از طریق لوله‌هایی که قبلاً در خاک در حد فاصل قطعه آزمایشی و تانکرهای ذخیره آب تعبیه شده بودند انجام شد. به‌منظور حصول اطمینان از اعمال شوری یکنواخت، حجم آب ورودی به کرت‌ها یکسان و بوسیله کنتور حجمی کنترل می‌شد.

بنابراین مقدار بذر کاشته شده به دلیل عدم جوانه‌زنی بالا و یکنواخت بذرها به‌ویژه گونه‌های *Suaeda*، *Salsola* و *Atriplex* بسیار بیشتر از حد تراکم مورد نیاز بود. پس از استقرار کامل بوته‌ها و در زمانی که متوسط ارتفاع بوته‌ها به بیش از 10 سانتی‌متر رسیده بود (حدود 40 روز پس از کاشت)، تعداد بوته هر کرت فرعی به سطح تراکم مورد نظر تنک گردید. پس از تنک نمودن، اقدام به مصرف 150 کیلوگرم در هکتار دیگر کود اوره به صورت سرک‌شده و بعد آبیاری با در نظر گرفتن تیمارهای آبیاری و شوری انجام شد.

در طول فصل رشد در چندین نوبت ارتفاع گیاه اندازه‌گیری شد. بدین‌منظور در هر کرت تعداد 10 بوته انتخاب و ارتفاع آنها از سطح خاک اندازه‌گیری شد. به دلیل اینکه بوته‌های هالوفیت به صورت افقی نیز گسترش چشمگیری داشتند محیط بوته نیز به‌عنوان یک عامل رشدی اندازه‌گیری گردید. در این طرح بوته دایره‌ای فرض شده و با به‌دست‌آوردن قطر متوسط هر بوته محیط آنها محاسبه گردید. لازم به ذکر است که بیشترین قطر هر بوته ملاک عمل برای محاسبه محیط بوده است.

نمک سطحی برگ با استفاده از برگهای جوان کاملاً توسعه یافته بدست‌آمده از ده گیاه در هر کرت تعیین شد. دیسک‌های برگی به مدت 5 دقیقه در ظروف دربسته حاوی 25 میلی‌لیتر آب‌مقطر، در فضای آزمایشگاه گذاشته شدند. پس از آن هدایت‌الکتریکی محلول تعیین شد. لازم به توضیح است که برگها قبل از گذاشتن در آب‌مقطر شسته نشدند و هدف از این امر بررسی مکانیزم مدیریت نمک در هر گونه گیاهی مورد آزمایش بود.
یکی از عواقب کاشت هالوفیت‌ها نشت نمک از گیاه به خاک می‌باشد. به‌طوری‌که برای بررسی این فاکتور نمونه‌های خاک از سایه‌انداز هر کدام از گونه‌های مورد آزمایش در عمق حداکثر دو سانتی‌متری برداشت و هدایت‌الکتریکی عصاره اشباع آنها اندازه‌گیری شد.
داده‌ها با نرم‌افزار MSTATC تجزیه واریانس شده و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه و تمامی شکل‌ها در محیط Excell ترسیم شدند.

نتایج

شوری تا سطح 26 دسی‌زیمنس بر متر اثر معنی‌داری بر ارتفاع گیاهان مورد آزمایش نگذاشت. از آنجا که تیپ رشد گیاهان چهارگونه با هم متفاوت بود، ارتفاع آنها نیز در سطوح مختلف آزمایش اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشت. *Kochia* بیشترین ارتفاع را در بین گیاهان مورد آزمایش داشت. میانگین ارتفاع این گیاه در طی سه سال آزمایش و سه سطح شوری 82/8 سانتی‌متر بود. در همین شرایط ارتفاع *Salsola* 30/4، *Atriplex* 36/1 و *Suaeda* 69/2 سانتی‌متر بود. افزایش شوری ارتفاع گیاهان را در هیچکدام از سطوح شوری کاهش معنی‌داری نشان نداد. شکل 1 میانگین ارتفاع گیاهان چهارگونه مورد آزمایش و شکل 2 اثرهای متقابل گونه و سطح شوری را در ارتفاع نشان می‌دهد.

میزان املاح سطح برگ با افزایش شوری محیط رشد ریشه افزایش یافت، بطوری‌که میزان نشت املاح در تیمار 26 دسی‌زیمنس بر متر نسبت به تیمار شاهد 58٪ افزایش نشان داد. ولی بین دو تیمار 1/5 و 9/5 دسی‌زیمنس در متر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل3). بیشترین اختلاف در نشت املاح بین گونه‌های گیاهی مشاهده شد. بطوری‌که گونه*Atriplex* بطور شگفت‌آوری بیش از گونه‌های دیگر از خود نمک دفع نمود. هدایت‌الکتریکی

آب‌مقطر در مورد برگهای کوشیا 40/44، *Suaeda* 68/5، *Salsola* 128/4 و *Atriplex* 1114 میلی‌زیمنس بر متر بود. بررسی اثرهای متقابل ژنوتیپ و سطح شوری نیز نشانگر اختلاف معنی‌دار خروج املاح می‌باشد. هر چقدر سطح شوری افزایش یابد در گیاه *Atriplex* نشت املاح از سطح برگ نیز افزایش می‌یابد. در گیاه *Kochia* خروج املاح در سطوح مختلف شوری افزایش معنی‌داری نشان نداد. در دو گونه *Salsola* و *Suaeda* نیز نشت الکترولیت‌ها فقط در تیمار شوری بالا نسبت به شاهد افزایش نشان داد (شکل 4).

نشت نمک از گیاه به خاک در سطح شوری متوسط (9/5 دسی‌زیمنس بر متر) اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت ولی در تیمار شوری زیاد، هدایت‌الکتریکی عصاره اشباع خاک به طور معنی‌داری افزایش یافت. بررسی اثرهای متقابل گونه و سطح شوری نشان داد که بجز *Salsola* که تحت تمامی تیمارهای شوری، اختلاف معنی‌داری در هدایت‌الکتریکی عصاره اشباع خاک سایه‌انداز آن پیش نیامد. در بقیه گونه‌ها این عامل در شوری زیاد به شدت افزایش یافت و حداقل 5 برابر مقدار آن در تیمار شاهد بود (شکل 5).

بطوری‌که در بین تیمارهای شوری اختلاف معنی‌داری در وزن اندامهای هوایی مشاهده نشد. در بالاترین سطح شوری (26 دسی‌زیمنس بر متر) نیز هالوفیت‌ها ماده خشک قابل‌توجهی تولید نمودند. میانگین تولید علوفه در سه تیمار 1/5، 9/5 و 26 دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب معادل 6578، 6368 و 6048 کیلوگرم ماده خشک در هکتار بود. هر چند شوری اندکی از تولید ماده خشک کاست ولی این کاهش معنی‌دار نبود (شکل 6).

بنابراین بیشترین پتانسیل تولید ماده خشک مربوط به گیاه *Suaeda* بود که در تمامی تیمارها و طی هر سه سال آزمایش حداقل دو برابر گونه‌های دیگر ماده خشک تولید نمود. متوسط عملکرد این گونه 11850 کیلوگرم ماده خشک در هکتار طی یک چین بود. پس از *Suaeda* گونه *Salsola* با میانگین عملکرد 5136 کیلوگرم در هکتار بیشترین ماده خشک را تولید نمود و هر چند عملکرد علوفه این گونه با کوشیا معنی‌دار نبود و می‌توان گونه‌های *Salsola* و *Kochia* را در یک سطح عملکرد قرار داد (شکل 6). اما *Atriplex* کمترین ماده خشک را تولید نمود، بطوری‌که متوسط عملکرد آن در حدود 30٪ عملکرد گیاه *Suaeda* بود.

شکل 7 عملکرد گونه‌های مختلف را در سالهای اول، دوم و سوم نشان می‌دهد. بطور کلی در سال دوم آزمایش عملکرد به‌شدت کاهش یافت. این کاهش در گیاه *Kochia* به‌حدی بود که عملکرد سال دوم فقط حدود 15٪ عملکرد این گیاه در سال اول بود. در سال سوم نیز هر چند عملکرد حدود 3/8 برابر سال دوم بود ولی در این سال نیز عملکرد فقط به‌میزان 55٪ سال اول رسید. گیاه *Salsola* بیشترین نوسان تولید ماده خشک را طی سه سال از خود نشان داد. در سال اول عملکرد این گونه 12200 کیلوگرم در هکتار و در سال دوم 607 کیلوگرم در هکتار بود که فقط حدود 5٪ عملکرد سال اول است. در سال سوم نیز عملکرد *Salsola* از 2604 کیلوگرم در هکتار تجاوز ننمود. در مطالعه برهمکنش شوری و گونه زراعی و عملکرد هر گیاه در سطوح مختلف شوری مشخص گردید که گونه *Suaeda* در سطح شوری متوسط و بالا کاهش عملکرد معنی‌داری را با شاهد از خود نشان نداد. متوسط عملکرد سه ساله این گونه، در تیمارهای

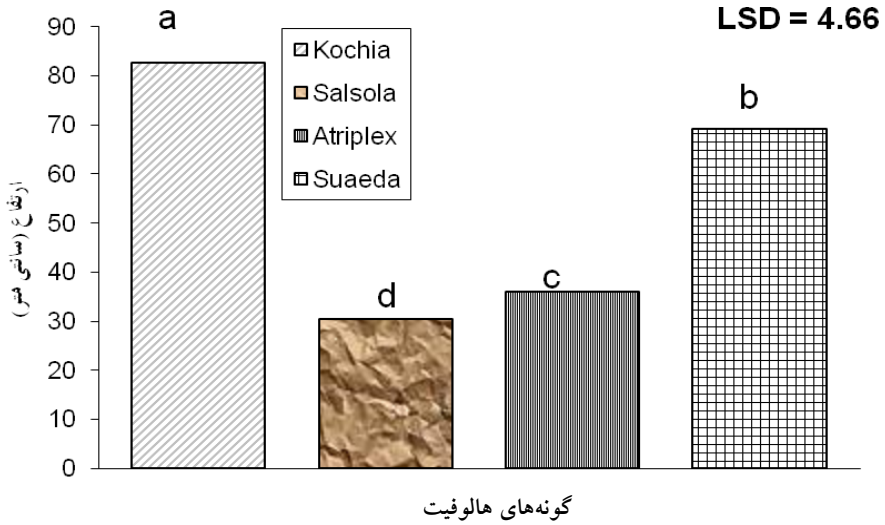
شوری 1/5، 9/5 و 26 دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب برابر 12330، 12000 و 11220 کیلوگرم در هکتار بود که این میزان کاهش عملکرد از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد (شکل 8).

Atriplex نیز در برابر شوری بالا مقاومت قابل‌توجهی از خود نشان داد و اختلاف عملکرد آن از تیمار 1/5 تا 26 دسی‌زیمنس بر متر فقط 420 کیلوگرم در هکتار بود (شکل 8). عملکرد *Salsola* بر خلاف انتظار با افزایش سطح شوری افزایش یافت، هر چند افزایش از نظر آماری معنی‌دار نشد ولی این گیاه در آبیاری با آب دارای هدایت‌الکتریکی 26 دسی‌زیمنس بر متر 1690 کیلوگرم نسبت به تیمار شوری کم افزایش عملکرد نشان داد. بطوری‌که تولید ماده خشک این گیاه در سه تیمار شوری کم، متوسط و زیاد به‌ترتیب 4525، 4666 و 6217 کیلوگرم در هکتار بود که نه‌تنها نشانگر مقاومت بالای این گیاه به شوری است بلکه حکایت از آن دارد که *Salsola* برای تولید ماده خشک از محیط حاوی املاح بهره‌برداری مطلوبتری انجام می‌دهد (شکل 8).

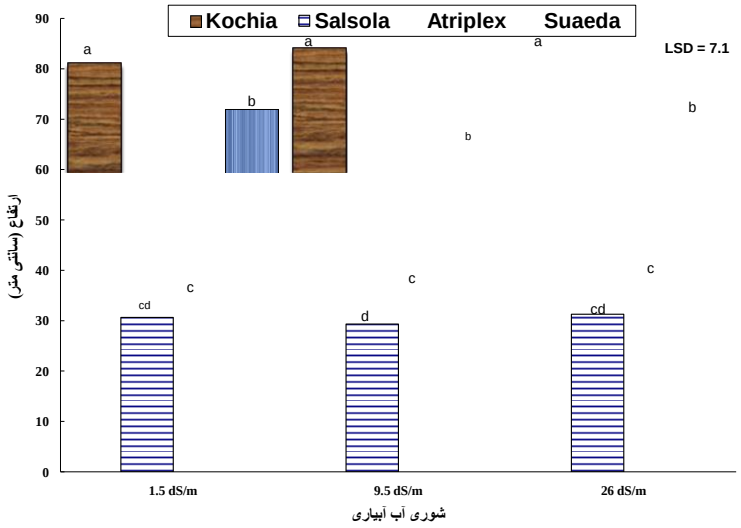
هر چند گیاه *Kochia* به‌عنوان گیاهی هالوفیت معرفی گردیده است ولی میزان مقاومت آن نسبت به سه گونه دیگر کمتر بود. بطوری‌که در تیمار 26 دسی‌زیمنس بر متر عملکرد آن بطور معنی‌داری کاهش یافت. بنحوی‌که عملکرد علوفه *Kochia* در تیمارهای شوری کم، متوسط و زیاد به‌ترتیب 5697، 5095 و 3382 کیلوگرم در هکتار بود (شکل 8).

جدول 1 - نتایج تجزیه و تحلیل شیمیایی آبهای مورد استفاده در آزمایش

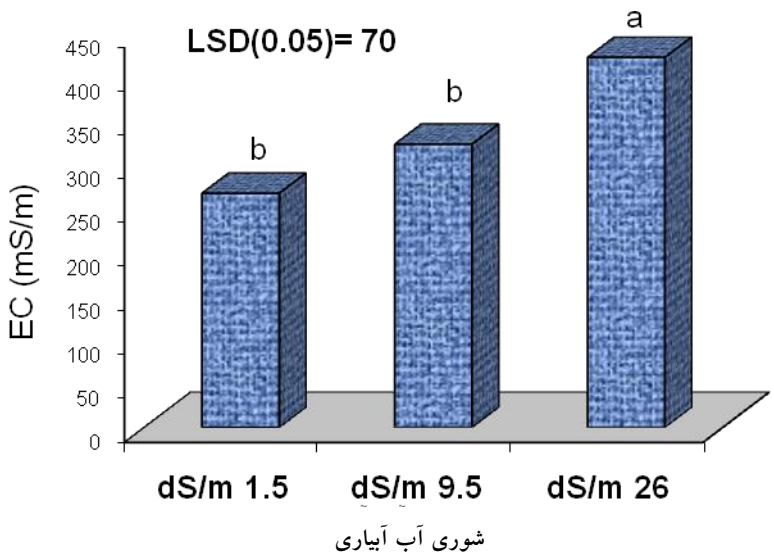
نمونه آب	pH	EC (dSm^{-1})	غلظت یون‌های محلول (میلی اکی والانت بر لیتر)				
			Na^{+}	Ca^{++}	Mg^{++}	K^{+}	Cl^{-}
شیرین	6/92	1/5	10/8	1/4	5/8	0/15	8
شور	6/3	10.0	48/7	12/4	26/6	0/40	74/4
خیلی شور	6/68	26.0	250	9/2	--	1/4	204



شکل 1- ارتفاع نهایی بوته در گونه‌های هالوفیت *Kochia*، *Salsola*، *Atriplex* و *Suaeda* در شرایط شوری (هر عدد میانگین سه سطح شوری و سه تکرار است).

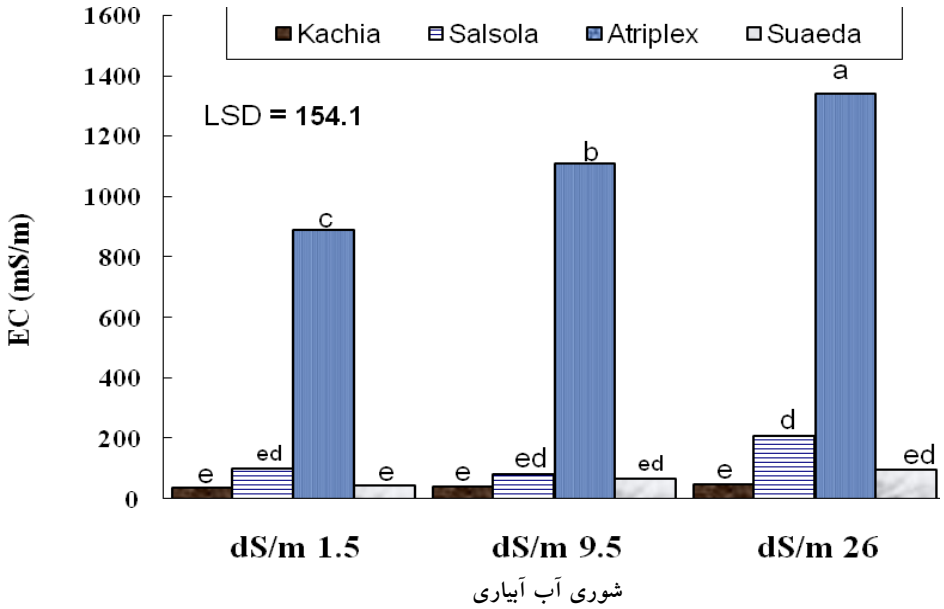


شکل2- ارتفاع نهایی بوته (سانتی‌متر) در بر هم کنش شوری و گونه‌های هالوفیت *Kochia*، *Salsola*، *Atriplex* و *Suaeda* در شرایط بیرجند (هر عدد میانگین سه تکرار است و ارتفاع بلندترین شاخه اندازه‌گیری شده است).

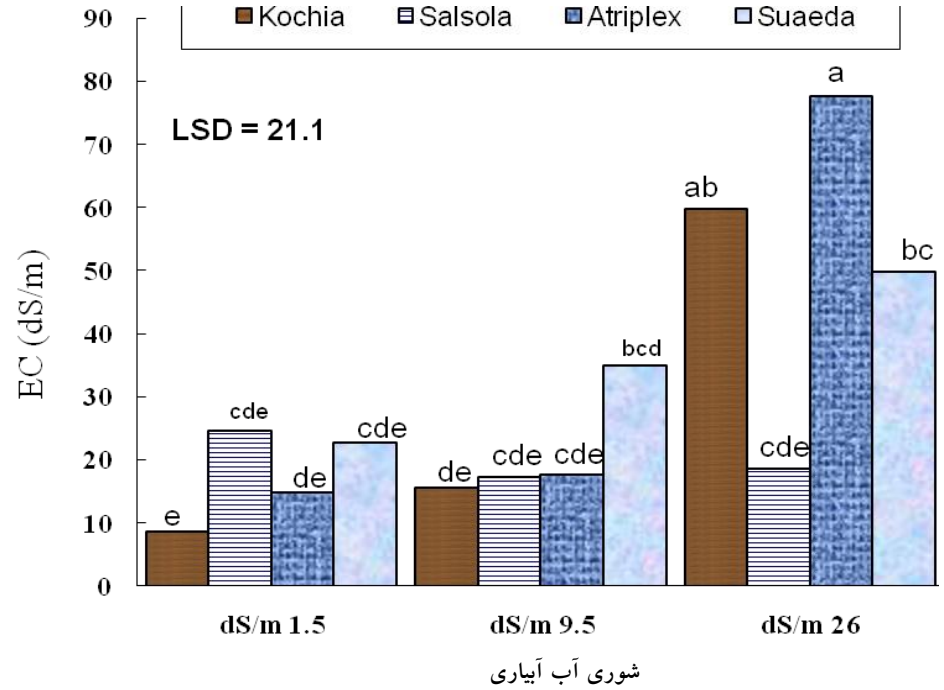


شکل 3 – هدایت‌الکتریکی آب‌مقطر پس از قرار گرفتن برگ‌های چهارگونه هالوفیت به مدت پنج‌دقیقه در آن

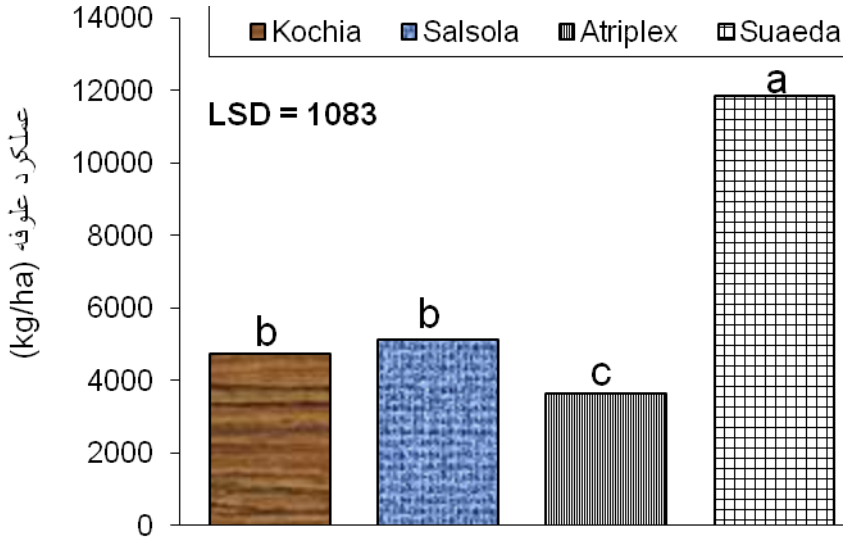
(هر عدد میانگین سه تکرار، سه سال آزمایش و چهارگونه هالوفیت است).



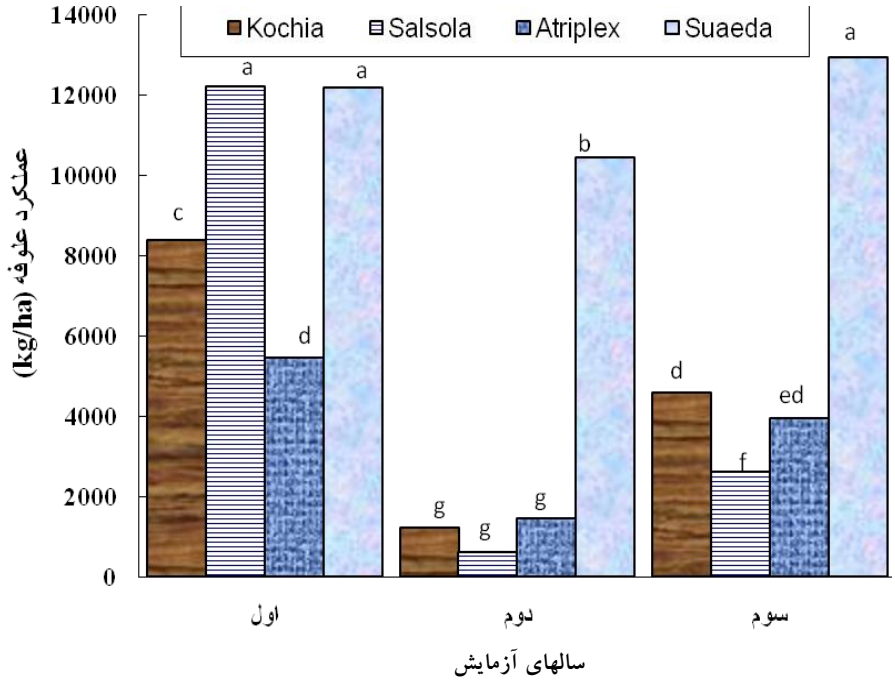
شکل 4- انحلال املاح از سطح برگ در آب‌مقطر در بر همکنش شوری و گونه‌های هالوفیت *Kochia*، *Salsola*، *Atriplex* و *Suaeda* در شرایط شوری (هر عدد میانگین سه تکرار است و برگها به مدت پنج‌دقیقه در آب‌مقطر غوطه‌ور شدند).



شکل 5- هدایت‌الکتریکی عصاره اشباع دو سانتی‌متر سطح خاک سایه‌انداز گیاه در بر همکنش شوری و گونه‌های هالوفیت *Kochia*، *Salsola*، *Atriplex* و *Suaeda* در شرایط شوری (هر عدد میانگین سه تکرار است).

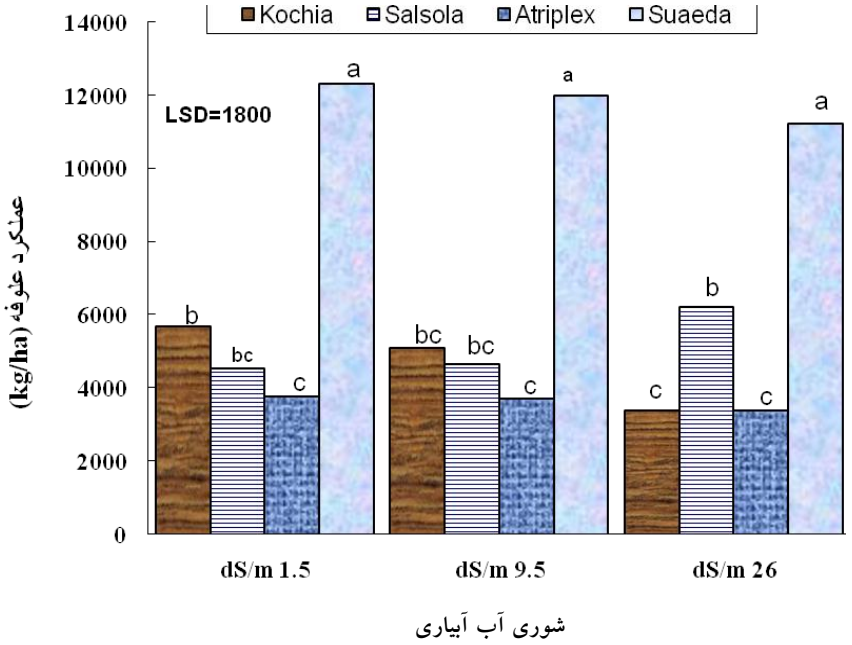


شکل 6- عملکرد علوفه (اندامهای هوایی) گونه‌های هالوفیت *Kochia*، *Salsola*، *Atriplex* و *Suaeda* در سه سطح شوری (هر عدد میانگین سه تکرار و سه سطح شوری است).

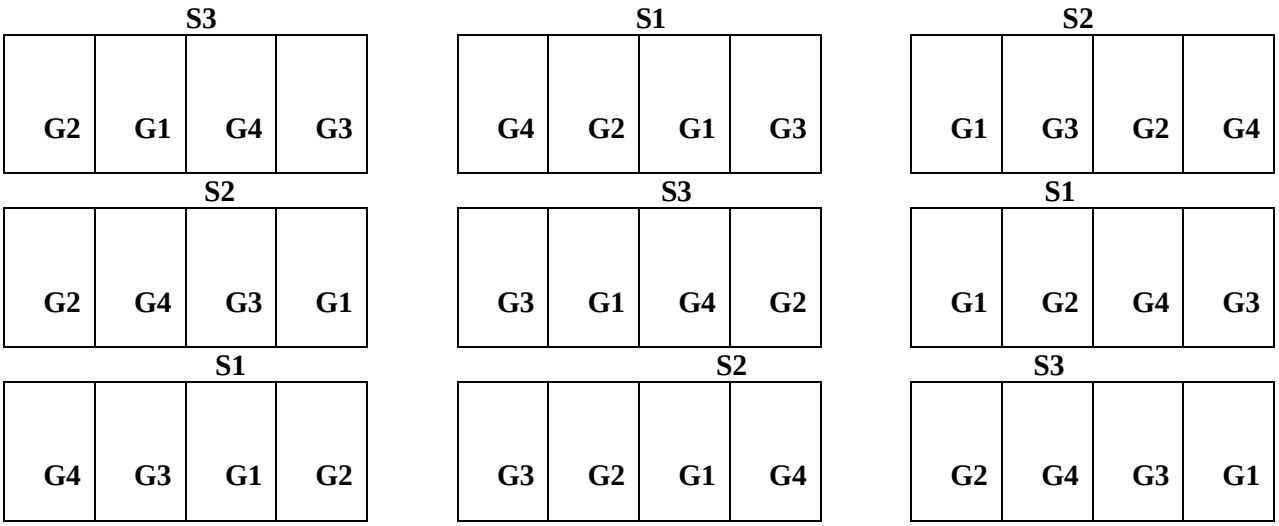


شکل 7- عملکرد علوفه (اندامهای هوایی) گیاه در بر همکنش گونه‌های هالوفیت *Kochia*، *Salsola*، *Atriplex* و *Suaeda*

در سه سال اجرای آزمایش (هر عدد میانگین سه تکرار است).



شکل 8 - عملکرد علوفه (اندامهای هوایی) گیاه در بر همکنش گونه‌های هالوفیت Kochia، *Salsola*، *Atriplex* و *Suaeda* در سه سطح شوری (هر عدد میانگین سه تکرار است).



شکل9- نمای شماتیک طرح: حروف S1 S3,S2 به‌ترتیب نشانگر 1/5 ، 9/5 و 26/0 دسی‌زیمنس بر متر و حروف G1, G2, G3, G4 به‌ترتیب نشانگر چهارگونه *Kochia scoparia*، *Atriplex arcuata*، *Suaeda dimorphestegia*، و *Salsola crassa* هستند. (هر کدام از ردیف‌ها معرف یک تکرار است).

بحث

عدم کاهش معنی‌دار ارتفاع با افزایش سطح شوری در این آزمایش نشان‌دهنده این است که شوری اعمال شده از آستانه خسارت به ارتفاع و محیط گیاهان این چهارگونه پایینتر بوده است و زمینه بالا بردن سطح شوری یا به‌عبارت دیگر استفاده از منابع آب و خاک شورتر برای آبیاری این گیاهان فراهم است.

در این آزمایش غلظت نمک تیمار 26 دسی‌زیمنس بر متر بیش از دو سوم شوری آب دریا بود و عملکرد در این تیمار نسبت به تیمار شوری کم، کاهش معنی‌داری نداشت. شوری متوسط برخلاف نتایج دیگر آزمایشها که موجب تحریک رشد هالوفیت‌ها شد در این آزمایش کاهش اندک ولی غیرمعنی‌دار داشت (Khan *et al.*, 2000، Zahran, 1993). بنابراین می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که مکانیزم تحمل به شوری در گیاه *Atriplex* عمدتاً از طریق دفع نمک از سطح برگهای خود می‌باشد (شکل 3).

قرار دادن برگ‌ها به‌مدت کوتاه پنج دقیقه در آب‌مقطر که احتمالاً فقط املاح موجود در سطح برگ امکان حل‌شدن در آب‌مقطر را می‌دهد بیانگر خروج املاح اضافی تجمع یافته در برگ است که قبلاً گیاه برای خلاصی از آنها به سطح برگ رانده است و پس از خروج نمک از سطح برگ هیچ انرژی اضافی برای مدیریت آنها از طرف گیاه به مصرف نمی‌رسد. بررسیهای بیشتری برای منشأ نمک‌های تجمع‌یافته در سطح خاک و تفاوت زیاد آنها در سایه‌انداز گونه‌های مختلف مورد نیاز می‌باشد، زیرا این نمک هم از طریق آب آبیاری و هم از گیاه می‌تواند به سطح خاک افزوده شود.

روند کاهش نسبت برگ به ساقه با افزایش رسیدگی در *Kochia scoparia* نیز گزارش شده است. Sherrod, (1971) علوفه *Kochia* را از یک پوشش سبز طبیعی آن در سه زمان قبل، اواسط و پس از گلدهی برداشت نمود و مشاهده کرد که با پیشرفت رشد گیاه، میزان برگ (به‌عنوان درصدی از کل ماده خشک) کاهش و درصد وزن ساقه افزایش یافت که نهایتاً منجر به کاهش نسبت برگ به ساقه از 1/2 در قبل از گلدهی به 0/4 در انتهای گلدهی شد. Khan *et al.*, (2000) در گیاه *Atriplex* مشاهده کردند که افزایش شوری اثر معنی‌داری روی وزن خشک برگ نداشت، در حالی که وزن خشک ساقه با افزایش شوری به شدت کاهش یافت و در نتیجه نسبت برگ به ساقه با شوری افزایش پیدا کرد. در *Kochia* درصد پروتئین خام ساقه بسیار کمتر از برگهاست، در حالی‌که ساقه‌ها 2 تا 3 برابر فیبر خام بیشتری نسبت به برگها دارا هستند (Sherrod, 1971). Koocheki, & Mahalati, (1992) در مطالعه‌ای روی خصوصیات کیفی 12 گونه هالوفیت جنوب خراسان هیچ همبستگی بین قابلیت هضم و درصد پروتئین خام نیافتند.

چهارگونه مورد آزمایش تماماً بیش از 39٪ وزن خشک آنها را برگ تشکیل می‌داد که نسبت به گیاهان علوفه‌ای دیگر درصد قابل قبولی است. بنابراین در بین گونه‌های مورد آزمایش *Salsola* بیشترین درصد برگ (56٪) و *Atriplex* کمترین درصد برگی‌بودن (39٪) را داشت، هر چند بین درصد برگی‌بودن سه گونه *Kochia*، *Suaeda* و *Atriplex* تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. اثرهای متقابل سطوح شوری و گونه‌های هالوفیت نیز

تأثیر معنی‌داری بر درصد برگی‌بودن گونه‌های مختلف نگذاشت. بطوری‌که در تمام سطوح شوری *Salsola* بیشترین و *Atriplex* کمترین درصد برگی‌بودن را دارا بودند. در بین بخش غیربرگی (ساقه) گونه‌های هالوفیت نیز تفاوت چشمگیری مشاهده می‌شود. به‌عنوان مثال ساقه‌های *Atriplex* کاملاً خشبی و ساقه‌های *Salsola* حالت نرم‌تر دارند. همچنین شکل برگها و میزان گوشتی بودن آنها با هم متفاوت بود.

نتایج این آزمایش در موافقت کامل با نتایج چند گزارش دیگر است که همگی تأکید بر نسبت برگ به ساقه بالا در اثر افزایش شوری، به‌ویژه در هالوفیت‌ها دارند (Ashraf *et al*., 2009, Ozturok, *et al*., 2006). همچنین شوری برای رشد ساقه بازدارندگی بیشتری نسبت به رشد برگ اعمال می‌نماید. نتایج این آزمایش نیز بیانگر نسبت مناسب برگ به کل اندام‌های هوایی در شرائط شوری بالاست. احتمالاً افزایش تخصیص مواد به برگ به افزایش زیاد سطح برگ در این تیمار نینجامیده است، بلکه منتج به تولید برگ‌های ضخیم‌تر شده است که خود ممکن است بازتابی از عدم توانایی سایر مخزن‌های گیاه برای جذب مواد فتوسنتزی تولیدی باشد. البته باتوجه به ویژگیهای هالوفیتی این گیاهان، این امکان بیشتر به واقع نزدیک است که این افزایش ضخامت برگ‌ها، عاملی دخیل در سازوکار تحملی گیاه نسبت به شوری‌های بالا باشد (Kafi & Jami Al ،Noaman, & El-Haddad, 2000 ; Ahmadi, 2008 ؛ Romo & Haferkamp, 1987).

Kochia تنها گونه هالوفیت این طرح بود که زراعت آن در ایران و کشورهای دیگر کم و بیش رایج است (Kafi & Jami Al Ahmadi, 2008). نتایج نیز مشخص ساخت که گرچه عملکرد علوفه خشک *Kochia* در اثر افزایش سطح شوری کاهش یافت، ولی میزان این کاهش با در نظر گرفتن سطح شوری آب آبیاری و میزان نمک‌های تجمع‌یافته در خاک در طی آزمایش، اندک بود (جامی الاحمدی، 1384؛ Kafi & Jami Al Ahmadi, 2008). کیفیت علوفه *Kochia* نیز در بین چهارگونه مورد آزمایش مناسبتر از بقیه گونه‌ها بوده است (Danesh Mesgaran & Stern, 2005)، بطوری‌که عملکرد علوفه آن نیز نسبتاً رضایت‌بخش است. بنابراین بررسیهای بیشتر برای معرفی آن به‌عنوان گیاه علوفه‌ای هالوفیت در شرایط شور و خشک حواشی کویرهای ایران توصیه می‌گردد (جامی الاحمدی، 1384; Ozturok, Ashraf *et al*., 2009; *et al*., 2006;).

گونه *Suaeda* شاخه‌های خشبی و برگ‌های گوشتی و حاوی آب فراوان است که این خصوصیات از دیدگاه متخصصان تغذیه دام مطلوب نمی‌باشد ولی با وجود استعداد بالای تولید ماده خشک و تحمل بسیار بالا به شوری و دیگر عوامل نامساعد محیطی می‌تواند در آینده نه‌تنها به‌عنوان علوفه بلکه به‌عنوان تأمین سوخت یا مصارف صنعتی مورد استفاده قرار گیرد. به‌نحوی‌که عملکرد ماده خشک این گیاه بیش از دو برابر گونه‌های دیگر بود.

گیاه *Atriplex* در این آزمایش مزیت ویژه‌ای از خود نشان نداد، رفتار جوانه‌زنی آن بسیار پیچیده بوده و تولید ماده خشک آن نیز نسبت به گونه‌های دیگر کمتر بود. بنابراین ادامه تحقیق در مورد این گیاه به‌منظور تولید علوفه باید با در نظر گرفتن این ملاحظات باشد.

گونه *Salsola* پس از *Suaeda* بیشترین تولید ماده خشک را داشت و بسیار مقاوم به شوری به نظر می‌رسد.

در بالاترین سطح شوری در این آزمایش نه‌تنها کاهش تولید ماده خشک نداشت بلکه تولید آن نسبت به تیمار شاهد (شوری کم) افزایش داشت (رنجبر، 1381). در مورد این گیاه تاکنون در مزرعه بررسی انجام نشده است. بنابراین نیاز به پژوهش بیشتر برای بررسی پتانسیل این گیاه برای تولید در مناطق خیلی شور می‌باشد.

به طور کلی به‌نظر می‌رسد ادعا در مورد زراعی‌نمودن گونه‌های *Suaeda*، *Salsola* و *Atriplex* بسیار زود باشد. بررسیهای بسیار گسترده‌ای در مورد خصوصیات اکوفیزیولوژیکی و زراعی این گیاهان لازم است تا بتوان آنها را در محیط مزرعه تولید نمود. همچنین عملکرد کمی و تولید ماده خشک در گیاهان هالوفیت به معنی توصیه آن به‌عنوان گیاه علوفه‌ای برتر نیست، بلکه عوامل فراوان کیفی ازجمله نسبت وزن برگ به شاخه، درصد ماده خشک قابل استفاده توسط دام، میزان املاح مضر موجود در علوفه، قابلیت هضم، میزان خوشخوراکی و دهها عامل دیگر محیطی و زراعی در توصیه یک گیاه به‌عنوان گیاه علوفه‌ای جدید باید مورد نظر قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

- جامی الاحمدی، م.، 1384. بررسی خصوصیات اکوفیژیولوژی کوخیا تحت تنش شوری، پایان نامه دوره دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
- رنجبر، ع.، 1381 .نقش *Salsola* ها در چرخه تعلیف دام از مراتع مناطق خشک، بیابان، 7 (1)، 18-14.
- کافی، م.، و مهدوی دامغانی، ع.، 1379 . مکانیسم‌های مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی (ترجمه)، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- وزارت کشاورزی.، 1377. مجموعه اطلاعات کشاورزی، جلد اول. انتشارات معاونت سازمان آموزش و ترویج کشاورزی.
- Akhani H. and Ghorbanli, M., 2004. A contribution to the halophytic vegetation and flora of Iran - 13th International Soil Conservation Organisation Conference – Brisbane, July 2004. *Conserving Soil and*
- Ashraf, M., Ozturk, M. and Athar, H.R., 2009. Salinity and Water Stress: Improving Crop Efficiency (Series - Tasks For Vegetation Science). Springer Verlag.
- Danesh Mesgaran, M. and Stern, M.D., 2005. Ruminal and post-ruminal protein disappearance of various feeds originating from Iranian plant varieties determined by the *in situ* mobile bag technique and alternative methods. Animal Feed Science and Technology. 118: 31-46.
- Eberlin, C.V. and Fore, Z.Q. Kochia biology. [12 Dec 2002] [On-line]. http://mandakzerotill.org/book11.kochia.html.
- Glenn, E.P., Swingle, R.S., Riley, J.J., Mota, C.U., Watson, M.C. and Squires, V.R., 1992. North American halophytes: Potential use in animal husbandry. *In* Squires, V. R., and A. T., Ayoub (eds.) Halophytes as a resource for livestock and for rehabilitation of degraded lands. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. pp. 165-174.
- Kafi, M. and Khan, M.A., 2008. Crop and forage production using saline waters. Centre for Science and Technology of Non Aligned Movement. Daya publishing House, New Delhi, India.
- Kafi M. and Jami Al Ahmadi., M., 2008. Study of Kochia (*Kochia scoparia*) as a forage crop. In: Abdelly, Ch.,O¨ztu¨ rk, M., Ashraf, M., Grignon, C. (Eds.), Biosaline Agriculture and High Salinity Tolerance. Birkha¨user, Basel, Switzerland, pp. 177–195.
- Khan, M.A., Ungar, I.A. and Showalter, A.M., 2000. The effect of salinity on the growth, water status, and ion content of a leaf succulent perennial halophyte, *Suaeda fruticosa* (L.) Forssk. J. Arid Environment., 45:73-84.
- Koocheki, A. and. Mahalati, M.N., 1992. Feed value of some halophytic range plants of arid regions of Iran. *In* Squires, V. R., and A. T., Ayoub (eds.) Halophytes as a resource for livestock and for rehabilitation of degraded lands. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. pp. 249-253.
- Lieth, H. and Lohmann., M. 2000. Cash crop halophytes for future halophyte growers. Institute of Environmental Systems Research, University of Osnabrück.
- Lieth, H. and Al Masoom, A., 1993. (eds): Towards the rational use of high salinity tolerant plantsKluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. . Vol. I: 35-44.
- Miyamoto, S., Glenn, E.P. and Singh. N.T., 1992. Utilization of halophytic plants for fodder production with brackish water in subtropic deserts. *In* Squires, V. R., and A. T., Ayoub (eds.)

- Sherrod, L.B., 1971. Nutritive value of *Kochia scoparia*. I. yield and chemical compostion at three stages of maturity. Agron. J., 63: 343-344.
- Squires, V.R., 1992. Overview of problems and prospects for utilizing halophytes as a resource for livestock and for rehabilitation of degraded lands. *In* Squires, V. R., and A. T., Ayoub(eds.) Halophytes as a resource for livestock and for rehabilitation of degraded lands. Kluwer Academic Publishers. Netherlands., pp.1-6.
- Zahran, M.A., 1993. Juncus and kochia: fiber- and fodder-producing halophytes under salinity and aridity stress. In M. Pessarakli (ed.). Handbook of plant and crop stress.Marcel Dekker Inc., N.Y., USA., pp:505-503.

Halophytes as a resource for livestock and for rehabilitation of degraded lands. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. pp.43-75.
- Noaman, M.N. and El-Haddad., E., 2000. Effects of irrigation water salinity and leaching fraction on the growth of six halophyte species. J. Agric. Sci.(Cambridge). 135: 279-285.
- Öztürk, M., Waisel, Y., Khan, M.A. and Görk, G., 2006. Biosaline Agriculture and Salinity Tolerance in Plants. Birkhäuser Publishing Ltd. Switzerland.
- Rhoades, J. D., A. Kandiah, A. M. Mashali. 1992. The use of saline waters for crop production. FAO 48, Rome.
- Romo, J.T. and Haferkamp, M.R., 1987. Forage kochia germination response to temperature, water stress, and specific ions. Agron. J., 79:27-30.

Study the domestication possibility of four halophyte species using brakish and saline irrigation water

Kafi, M. [*1], Zamani, G.H.[2] and Pouyan, M.[3]

1*- Corresponding Author, Professor, Faculty of Agricultural, University of Mashhad, Mashhad, Iran, Email: mkafi2003@yahoo.com
2- Assistant Professor, Faculty of Agricultural, University of Birjand, Birjand, Iran.
3- Retired Reseach Expert of Botanyc, Education Administration of Birjand, Birjand, Iran.

Received: 02.02.2009 Accepted: 13.03.2010

Abstract

In order to study the possibility of growing four annual desert halophyte species including *Kochia scoparia*, *Suaeda dimorphestegia*, *Salsola crassa* and *Atriplex arcuata* in desert environments, irrigating with saline ground water, a research project comprising of three separate experiments was performed during three successive years, 2002-2003, 2003-2004 and 2004-2005. Field experiment carried out in a split plot design in which three levels of saline irrigation water (1.5, 9.5 and 26.0 dS/m) were arranged as main and four halophyte species as sub plots with three replications. There were high significant differences in ground covering, electrolyte leakage, dry matter accumulation and plant hight among halophyte species. *Suaeda* produced at least twice of dry matter as any other species at any level of salinity. The average dry matter production of this species in three years and at three levels of salinity was 11850 kg/ha, while this amount was 4725, 5136 and 3616 kg/ha for *Kochia*, *Salsola* and *Atriplex*, respectively. Ratio of leaf to shoot weight was varying from 39% in *Atriplex* to 56% in at full flowering stage. In conclusion, germination and plant stablishment of these four annual halophytes should be explored for domestication. High dry matter production of these species in watering with saline waters of more than 70% of seawater, make them capable for production in very high saline lands, as well as irrigation with high saline waters.

Key words: halophytes, irrigation with saline water, salinity stress, forage production.