DOI: 10.22059/ijswr.2019.274336.668102 تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۰، شماره ۷، آذر ۱۳۹۸ (ص ۱۸۴۱-۱۸۲۵)

The Effect of Salinity and Water Deficit on Yield and Yield Components of Kochia Scoparia L. in Hot and Dry Weather Conditions

REZA SADEGH MANSOURI [1], MONA GOLABI[2*], SAEED BOROUMAND NASAB[3] AND MASSOUMEH SALEHI[4]

1. Master Student 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 Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz. Ahvaz. Iran
4. Member of National Salinity Research Center of Yazd. Yazd. Iran

(Received: Jan. 22, 2019- Revised: March. 13, 2019- Accepted: March. 29, 2019)

ABSTRACT

Kochia is one of the most salt and drought tolerance plants that can be used in forage production for livestock in the absence of suitable water and soil resources. This study was conducted to evaluate the yield and yield components of Kochia under salinity and water stress condition. The main plots included salinity levels of Karoon water (2.5), 10, 15 and 20 dS/m, and subplots included three irrigation levels; 100, 75 and 50% of the crop water requirement. The studied traits were weight of the aerial part of the plant, fresh and dry weight of leaf and stem, fresh and dry weight of a bush and plant height. Results showed that the salinity stress had a significant effect on the proposed traits at 1% level. Also, different irrigation treatments had a significant effect on the studied traits. Individual effects of salinity and deficit irrigation stresses showed that the control treatments including salinity (Karoon water) and full irrigation (100% water requirement) produced 52 and 49 tons of fresh forage per hectare, respectively, which were superior among stress treatments in terms of all traits measured in the research. The interaction effect of salinity and drought stresses on fresh weight of one plant, fresh weight of leaf and leaf dry weight were significant at 5% level, on plant height were significant at 1% level, and on the other traits were not significant. Kochia plant under favorable conditions and under severe salinity and drought stresses could produce 57 and 34 tons per hectare fresh fodder respectively. Finally, the correlation among all traits were evaluated. The results showed that the all proposed traits including; total weight of the fresh plant, fresh and dry weight of one plant, dry and fresh weight of leaf and stem, plant height, stem diameter and the numbers of branches showed a positive and significant correlation with the salinity and drought stresses.

Keywords: Drain water, Forage palnt of Kochia, Halophyte.

* Corresponding Author Email: mona_golabi@yahoo.com/m.golabi@scu.ac.ir

اثر شوری و کم‌آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه شورزیست کوشیا (*Kochia Scoparia* L.) در شرایط آب و هوایی گرم و خشک

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

۱. دانشجوی 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

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۲- تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۱۲/۲۲- تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۱/۹)

چکیده

کوشیا یکی از گیاهان بسیار مقاوم به شوری و خشکی است که می‌توان از آن در تولید علوفه برای دام‌ها در شرایط عدم دسترسی به منابع آب و خاک مطلوب و در مناطق دارای آب و خاک شور بهره برد. در این راستا مطالعه‌ای با هدف بررسی عملکرد و اجزاء عملکرد کوشیا در شرایط تنش شوری و کم‌آبی 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. صفات مورد مطالعه وزن تر کل اندام هوایی، وزن تر و خشک برگ و ساقه، وزن تر و خشک یک بوته و ارتفاع بوته بود. نتایج نشان داد که سطوح تنش شوری اعمال شده تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر صفت‌های مورد مطالعه داشتند. همچنین تیمارهای مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری بر کلیه صفات مورد مطالعه داشتند. در مقایسه اثرات اصلی شوری و کم‌آبی به صورت جداگانه، تیمارهای شاهد شوری (آب کارون) و آبیاری کامل به ترتیب با تولید ۵۲ و ۴۹ تن علوفه تر در هکتار از نظر کلیه صفات مورد مطالعه نسبت به تیمارهای تحت تنش دارای برتری بودند. اثر متقابل تنش‌های شوری و کم‌آبی بر روی وزن تر یک بوته، وزن تر و خشک برگ در سطح احتمال پنج درصد و بر روی ارتفاع بوته گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و بر روی دیگر صفات مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری نداشت. کوشیا در شرایط مناسب و تحت تنش شدید شوری و کم‌آبی توانست به ترتیب ۵۷ و ۳۴ تن در هکتار علوفه تر تولید کند. نتایج نشان داد بین کلیه صفات مورد مطالعه شامل؛ وزن تر کل، وزن تر و خشک یک بوته، وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک ساقه، ارتفاع، تعداد شاخه‌های فرعی و قطر ساقه، همبستگی مثبت و معناداری را نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: زه‌آب، گیاه علوفه‌ای کوشیا، هالوفیت.

مقدمه

افزایش جمعیت دنیا فشار بیش از اندازه‌ای بر منابع آب و خاک وارد کرده است. در حقیقت با وجود این که منابع بیش‌تری برای تولید محصولات کشاورزی لازم است، اما مدیریت نامناسب آبیاری باعث ایجاد شوری ثانویه در اراضی زراعی شده است که در نهایت موجب هدر رفتن منابع آب و کاهش اراضی زراعی می‌شود. حدود یک میلیارد هکتار از سطح زمین تحت تأثیر شوری قرار دارد و سالانه حدود دو میلیون هکتار به دلیل شوری ثانویه از سیستم تولید خارج می‌شود. کمبود آب آبیاری با کیفیت مناسب همراه با منابع آب لب‌شور زیرزمینی و مقادیر ناکافی بارندگی موجب زوال بیش‌تر خاک‌ها شده است Menzel and Lieth, (1999). بنابراین ضروری است که نه تنها تلاش‌های جدی برای بهبود استفاده از منابع آب با کیفیت (برای کاهش روند شور شدن زمین‌های زراعی) صورت گیرد، بلکه گسترش تولید محصولات زراعی در این مناطق انجام گیرد.

در طول دهه‌های اخیر راهکارهای متفاوتی برای بهره‌برداری از آب و خاک شور در ایران مورد استفاده قرار گرفته است. شورزیست‌ها گیاهانی هستند که قادرند چرخه زندگی خود را تحت شرایط شور کامل کنند (Yensen, 2006). کشت شورزیست‌ها از گونه‌های بومی و خارجی یک برنامه گسترده در ایران است و اهداف آن استفاده از شورزیست‌ها به عنوان گیاهان علوفه‌ای، سبزی، زینتی و گیاهان پوششی در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. همچنین ۳۶۵ گونه از ۱۵۱ جنس و ۴۴ خانواده از گیاهان ایران به عنوان شورزیست شناسایی شده‌اند

* نویسنده مسئول: mona_golabi@yahoo.com/m.golabi@scu.ac.ir

(Akhani, 2006). گیاهان زراعی کشت شده در اراضی خشک و نیمه‌خشک که با مشکل تنش‌های شوری و خشکی مواجه هستند، تحت هر دو تنش خشکی و شوری نسبت به حالتی که با هر یک از این تنش‌ها به تنهایی مواجه هستند، مشکل بیشتری برای استخراج آب از خاک خواهند داشت.

از طرف دیگر این واقعیت وجود دارد که در شرایطی که خاک و آب شور باشند تقریباً هیچ محصول زراعی نمی‌تواند رشد مناسبی داشته باشد. با این وجود گیاهان شور دوستی وجود دارند که می‌توانند به عنوان گیاه علوفه‌ای، دارویی، احیاکننده خاک، سوخت‌زیستی، زینتی و فضای سبز و تثبیت‌کننده کربن مورد استفاده قرار گیرند (Khan and Ansari, 2008). 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). مطالعات متعدد نشان داده است که در اراضی شور کوشیا تولید زیست‌توده قابل توجهی می‌کند (Green *et al.*, 1986; Steppuhn *et al.*, 2005; Jami Al Ahmadi and Kafi, 2008). 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. علاوه بر مقاومت به شوری، کوشیا به دلیل ریشه عمیق به خوبی برای جذب آب رقابت می‌کند (Foster, 1980; Madrid *et al.*, 1996). 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 نیمه‌خشک دارد. در بیشتر تحقیقات تأثیر تنش خشکی و شوری به طور جداگانه در کوشیا مورد بررسی قرار گرفته است. اما اطلاعات محدودی در مورد اثرات توأم تنش خشکی و شوری بر تولید زیست‌توده کوشیا در مناطق مختلف وجود دارد.

بررسی‌های انجام شده در زمینهٔ مقاومت به تنش‌های شوری و خشکی گیاهان در ایران بیشتر روی گیاهان زراعی صورت گرفته است و در رابطه با گیاهان مرتعی تحقیقات کمتر بوده است (Rahimi tanha *et al.*, 1998). بنابراین لازم است در این زمینه تحقیقات وسیع و دامنه‌داری صورت گیرد. از آن‌جایی که بیشتر مراتع کشور در مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع‌اند، ضروری است که جهت اصلاح و احیاء مراتع تحقیقات پایه‌ای و ادامه‌داری در رابطه با گیاهانی که با این مناطق سازگارند صورت گیرد و گونه‌های مقاوم معرفی شوند.

رشد رویشی سریع کوشیا در شرایط تنش‌های شوری، خشکی و گرما آن را به گزینه‌ای بسیار با ارزش برای تولید علوفه در مناطق گرم و خشک تبدیل کرده است (Jami Al Ahmadi and Kafi, 2008).

اخیراً جزئیاتی در ارتباط با تحمل به شوری توده‌های مختلف ایرانی کوشیا منتشر شده که بیان‌گر این است که این گیاه پتانسیل بسیار مناسبی برای تولید علوفه دارد (Kafi *et al.*, 2010; Nabati, 2010).

طی مطالعات مختلفی که توسط Sherrod (1971) بر روی کوشیا انجام گرفت نتیجه‌گیری شد که کوشیا محتوی پروتئین است و هضم آن با یونجه قابل مقایسه است. او همچنین گزارش داد که در تگزاس، عملکرد دانه خشک کوشیا در اواسط ماه ژوئیه، ۱۱۳۲۷ کیلوگرم در هکتار بوده است.

Soleimani *et al.* (2008) به منظور بررسی تأثیر کم‌آبیاری بر عملکرد علوفه دو توده بومی گیاه شورزیست کوشیا در شرایط آبیاری با آب شور، تحقیقی انجام دادند. نتایج حاصله نشان داد که تیمارهای مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری بر کلیه صفات مورد مطالعه داشت و تیمار شاهد(۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) با تولید ۱۳/۲۲ تن علوفه خشک و ۳۱/۸۱ تن علوفه تر در هکتار از نظر کلیه صفات مورد مطالعه نسبت به تیمارهای تحت تنش دارای برتری بود.

Riasi *et al.* (2008) آزمایش تغذیه‌ای روی تعدادی از گیاهان شورزیست انجام دادند و گزارش کردند که کوشیا در مقایسه با سایر گونه‌های شورزیست مورد مطالعه (آتریپلکس، سیاه شور و دانه شور) دارای ارزش غذایی و هضمی بهتری برای نشخوارکنندگان است.

Salehi *et al.* (2009) با بررسی اثر شوری را بر رشد تابستانه گیاه کوشیا به این نتیجه رسیدند که با افزایش شوری بیش از ۷ دسی‌زیمنس بر متر، تمام پارامترهای رشد کاهش می‌یابد. کوشیا یک هالوفیت است بنابراین در شوری پایین (۷ دسی زیمنس بر متر) تولید ماده‌ی خشک و شاخص سطح برگ، بهبود پیدا کرد. با توجه به عملکرد رشد این گونه‌ها تحت شوری، وقتی که آب معمولی با کیفیت کم است این گیاه پتانسیل بالایی برای تحمل به آبیاری با آب شور را در تابستان نشان می‌دهد.

Kafi *et al.* (2011) خصوصیات علوفه‌ای توده‌های مختلف کوشیا را با دو سطح 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 معنی‌داری بر صفت‌های مورد مطالعه نداشتند. افزایش شوری موجب افزایش ۴/۵ درصد عملکرد علوفه خشک و ۲/۶ درصد عملکرد علوفه تر شد.

Nabati *et al.* (2012) تأثیر 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 که عبارت‌اند؛ 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 کاملاً تصادفی در ۴ تکرار در گلدان انجام دادند. 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، گیاهچه‌ای و اعمال تدریجی تنش تا انتهای رشد کاهش یافت.

Khanei nejad *et al*. (2012) به بررسی مطالعه ارزش غذایی علوفه گیاه شورزیست کوشیا در شرایط تنش شوری پرداختند. هدف از این آزمایش بررسی کیفیت علوفه، کمیت و برخی مواد ضد کیفیت علوفه کوشیا تولید شده در آبیاری با آب شور بود. این آزمایش با استفاده از سه توده کوشیا (بیرجند، بروجرد و سبزوار) و سه سطح شوری (۵/۲، ۱۰/۵ و۲۳/۱ دسی زیمنس بر متر) به صورت آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد که قابلیت هضم ماده خشک برگ و کل اندام هوایی تحت تأثیر شوری قرار نگرفت اما قابلیت هضم ماده خشک ساقه در تنش شدید شوری افزایش پیدا کرد. افزایش شدت تنش شوری موجب کاهش درصد پروتئین کل اندام هوایی شد ولی بین توده‌های کوشیا اختلافی مشاهده نشد. میزان فنول و تانن با افزایش شدت تنش شوری روند افزایشی نشان دادند با این وجود اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف شوری مشاهده نشد. در میان توده‌های کوشیا نیز توده سبزوار بیشترین میزان فنول کل و تانن را در اندام‌های هوایی خود تولید کرد.

Nabati *et al*. (2013) به منظور مطالعه ارزش غذایی علوفه گیاه شورزیست کوشیا در شرایط تنش شوری (کمیت و کیفیت گیاه)، از سه توده کوشیا (بیرجند، بروجرد و سبزوار) استفاده کردند. در این آزمایش از آب شور در سه سطح شوری (۵/۲، ۱۰/۵ و ۲۳/۱ دسی زیمنس بر متر) استفاده گردید. در مجموع نتیجه گرفتند که کیفیت علوفه کوشیا در ابتدای مراحل گل‌دهی قابل مقایسه با سایر گیاهان علوفه‌ای رایج می‌باشد و تا ۲۳/۱ دسی‌زیمنس بر متر اختلافی از نظر کیفیت علوفه در توده‌های مورد مطالعه وجود نداشت.

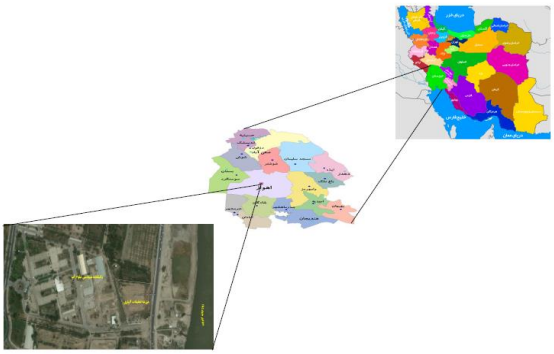
Yamada *et al*. (2016) خصوصیات جذب K، Ca، Na و Pدر گیاه کوشیا (Kochia scoparia) را تحت تنش شوری بررسی کردند. نتایج نشان داد که در برگ‌ها غلظت Na با شوری افزایش یافت و تمایل داشت تا در اندام‌های هوایی گیاه جمع شود. برعکس در مقابل، کاتیون‌های دیگر کاهش یافتند. همچنین کوشیا مقدار زیادی Na را در برگ و سایر قسمت‌های هوایی خود به منظور کاهش تعرق جمع می‌کند و انطباق را برای جلوگیری از کمبود مواد غذایی در خود به سختی حفظ می‌کند.

Masoumi *et al*. (2017) بررسی امکان تولید علوفه در دو توده کوشیا (Bassia scoparia L.) با کاهش مصرف آب در شرایط شور را بررسی کردند. نتایج نشان داد که اعمال تنش در هر مرحله از نمو باعث کاهش محتوای نسبی آب، هدایت روزنه‌ای، فتوسنتز و کاهش پایداری غشاء نسبت به تیمار شاهد شد، اما با حذف تنش و آبیاری مجدد، در مدت چند روز گیاهان بازیافت شدند و در مرحله آبیاری مجدد ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در آن‌ها اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشتند. بین پارامترهای اندازه‌گیری شده، نشت الکترولیت و فلورسانس کلروفیل در تمام مراحل کمترین تغییر را داشتند که این موضوع می‌تواند به دلیل مقاوم بودن این گیاه به شرایط تنش، عدم تخریب غشاهای سلولی و واحدهای فتوسنتزی باشد. توده بیرجند، پاسخ بهتری نسبت به توده بروجرد در برابر تنش خشکی نشان داد که احتمالاً به خاطر سازگاری اولیه بیشتر در منطقه خشک بیرجند باشد. به طور کلی با وجود تنش سنگین عدم آبیاری به مدت چهار هفته در مراحل مختلف رشد کوشیا در شرایط شور، توان برگشت‌پذیری این گیاه مناسب ارزیابی شد و این موضوع امکان معرفی کوشیا به عنوان علوفه جدید در شرایط خشک و شور را افزایش می‌دهد.

مطابق بررسی‌های انجام شده، اثر متقابل شوری و کم‌آبی بر گیاه کوشیا در شرایط آب و هوایی اهواز ملاحظه نگردید. با توجه به کمبود منابع آب در استان خوزستان در سال‌های اخیر، همچنین وجود منابع آب شور، این مناطق را مستعد اجرای طرح‌های شورورزی نموده است. لذا با توجه به نتایج رضایت‌بخش تولید ماده خشک گیاه کوشیا در شرایط شوری و خشکی، مناسب بودن کیفیت علوفه‌ای آن و پتانسیل بالای آن در تبدیل شدن به سوخت‌زیستی، این آزمایش با هدف مطالعه گیاه کوشیا در شرایط کم‌آبی و آبیاری با آب شور، انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه‌ی آزمایشی دانشکده مهندسی علوم آب 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 شـــرقی و۳۱ درجه و ۱۸ دقیقه و ۱۸ ثانیه عرض شمالی واقع گردیده و ۱/۲هکتار مساحت دارد. شکل (۱) موقعیت مزرعه آزمایشی دانشکده مهندسی علوم آب را نشان می‌دهد.



شکل ۱. موقعیت مزرعه آزمایشی دانشکده مهندسی علوم آب

به منظور دستیابی به اهداف مذکور، پژوهش حاضر بر روی گیاه کوشیا (توده سبزوار) در چهار سطح شوری شامل؛ آب رودخانه کارون (به عنوان تیمار شاهد با متوسط هدایت الکتریکی ۲/۵ دسی زیمنس بر متر در طول دوره تحقیق)، ۱۰، ۱۵، ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر (به ترتیب S_1، S_2، S_3 و S_4) به عنوان عامل اصلی و سه سطح آبی 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. کوشیا در تاریخ ۱۲ اسفند ۱۳۹۶ در لایسیمترهایی به قطر ۴۵ و ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر با تراکم ۳۰ بوته در مترمربع کاشته شد. این طرح در قالب کرت های خرد شده و با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت که 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

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.

$$SWD = (\theta_{FC} - \theta_{PWP}).\rho_b.D.MAD \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

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 (برحسب میلی‌متر)، MAD حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی می‌باشد.

در ابتدا جهت استقرار گیاهچه و رسیدن به مرحله اولیه رشد که معمولاً 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 تیمارها شروع شد.

برای تعیین زمان آبیاری از معادله (۲) استفاده گردید.

$$f = \frac{SWD}{ET_{c\max}} \qquad \text{(رابطه ۲)}$$

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

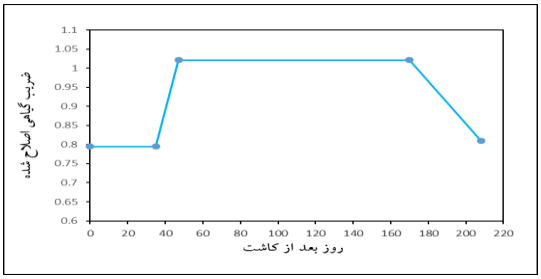
$$ET_{0\max} = K_{pan}.E_{pan\max} \qquad \text{(رابطه ۳)}$$

$$ET_{c\max} = K_{c\max}.ET_{0\max} \qquad \text{(رابطه ۴)}$$

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.

Shokri *et al.* (2015) 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 برآورد شد، که در پژوهش حاضر نیز از این مقدار استفاده گردید.

به منظور تعیین ضرایب گیاهی از داده‌های به دست آمده از پژوهش‌های Salehi *et al.* (2014) 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 در طول دوره رشد نشان می‌دهد که در پژوهش حاضر از این منحنی استفاده شده است.



شکل ۳. نمودار ضریب گیاهی کوشیا

در نهایت پس از برداشت کوشیا عملکرد و اجزا عملکرد آن اندازه‌گیری و با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل 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 قبلاً ذکر شد قبل از کشت، از خاک لایسیمترها نمونه تهیه و مورد تجزیه فیزیکی و شیمیایی قرار گرفت، نتایج در جدول (۱) ارائه شده است.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود بافت خاک لومی‌رسی است که جز بافت‌های میان بافت محسوب می‌شود. هم‌چنین هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک ۴/۰۸ دسی زیمنس بر متر می‌باشد. 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.

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

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

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

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 دسی‌زیمنس بر متر در نظر گرفته شد. همان‌گونه که نتایج جدول (۲) نشان می‌دهند 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.

هم‌چنین جدول (۳) تقویم آبیاری گیاه کوشیا را در طول دوره تحقیق نشان می‌دهد.

جدول ۳. تقویم آبیاری کوشیا در پژوهش حاضر

تاریخ آبیاری	حجم آب آبیاری (لیتر)	تاریخ آبیاری	حجم آب آبیاری (لیتر)	تاریخ آبیاری	حجم آب آبیاری (لیتر)
۱۳۹۶/۱۲/۱۲	۱/۱۵	۱۳۹۶/۱۲/۲۵	۲/۴	۱۳۹۷/۰۲/۰۴	۸/۶
۱۳۹۶/۱۲/۱۳	۱/۱۵	۱۳۹۶/۱۲/۲۸	۳/۹	۱۳۹۷/۰۲/۰۹	۹/۴
۱۳۹۶/۱۲/۱۴	۱/۱۵	۱۳۹۷/۰۱/۰۴	۵/۲	۱۳۹۷/۰۲/۱۴	۸/۴
۱۳۹۶/۱۲/۱۵	۱/۱۵	۱۳۹۷/۰۱/۰۹	۶/۷	۱۳۹۷/۰۲/۱۹	۷/۴
۱۳۹۶/۱۲/۱۶	۱/۱۵	۱۳۹۷/۰۱/۱۵	۵/۸	۱۳۹۷/۰۲/۲۴	۱۰/۸
۱۳۹۶/۱۲/۱۷	۱/۱۵	۱۳۹۷/۰۱/۲۰	۶/۵	۱۳۹۷/۰۲/۲۹	۱۱/۱
۱۳۹۶/۱۲/۱۹	۱/۷	۱۳۹۷/۰۱/۲۵	۵/۸	۱۳۹۷/۰۳/۰۳	۱۱/۱
۱۳۹۶/۱۲/۲۲	۲/۳	۱۳۹۷/۰۱/۳۰	۸/۵	۱۳۹۷/۰۳/۰۶	برداشت

لازم به ذکر است که این اعداد فقط برای نیاز آبی ۱۰۰ درصد ارائه شده است. جهت اعمال تیمارهای کم‌آبی با اعمال ضریب کم‌آبی ۰/۵ و ۰/۷۵ در این اعداد، تیمارهای کم‌آبی نیز انجام می‌گرفت.

پس از برداشت کوشیا عملکرد و اجزای عملکرد آن اندازه-گیری شد و مورد تحلیل آماری قرار گرفت. جدول (۴) 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 کل اندام هوایی یک بوته، وزن تر برگ و ساقه، وزن خشک برگ و ساقه، وزن خشک کل اندام هوایی یک بوته، ارتفاع و تعداد شاخه‌های فرعی در سطح

احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین تنش کم‌آبی در سطح احتمال یک درصد بر روی قطر ساقه تأثیر داشت. ولی تنش شوری اثر معنی‌داری بر روی قطر ساقه از خود نشان نداد.

اثر متقابل تنش‌های شوری و کم‌آبی بر روی وزن تر یک بوته، وزن تر برگ و وزن خشک برگ در سطح احتمال پنج درصد و بر روی ارتفاع بوته گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل تنش‌های شوری و کم‌آبی بر روی وزن تر کل اندام هوایی، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه، وزن خشک کل اندام هوایی یک بوته، تعداد شاخه‌های فرعی و قطر ساقه تأثیر معنی‌داری نداشت. در همین راستا Salehi *et al.* (2012) با بررسی تأثیر توأم تنش‌های شوری و کم‌آبی بر روی گیاه کوشیا دریافتند که اثر متقابل تنش‌های شوری و کم‌آبی بر روی وزن خشک اندام هوایی، تعداد شاخه‌های جانبی و وزن خشک ساقه معنی‌دار نشد که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. همچنین آن‌ها با بررسی اثر تنش شوری و کم‌آبی بر تولید زیست‌توده کوشیا در کشت بهاره دریافتند که اثر متقابل شوری و کم‌آبی بر روی وزن خشک اندام هوایی کوشیا معنی‌دار نشد. بر اساس نتایج به دست آمده از جدول (۴) مشاهده شد که تنش کم‌آبی و تنش توأم شوری و کم‌آبی به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تأثیر را بر روی صفات مورد مطالعه داشتند.

نتایج مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد تحت اثرات اصلی شوری و کم‌آبی

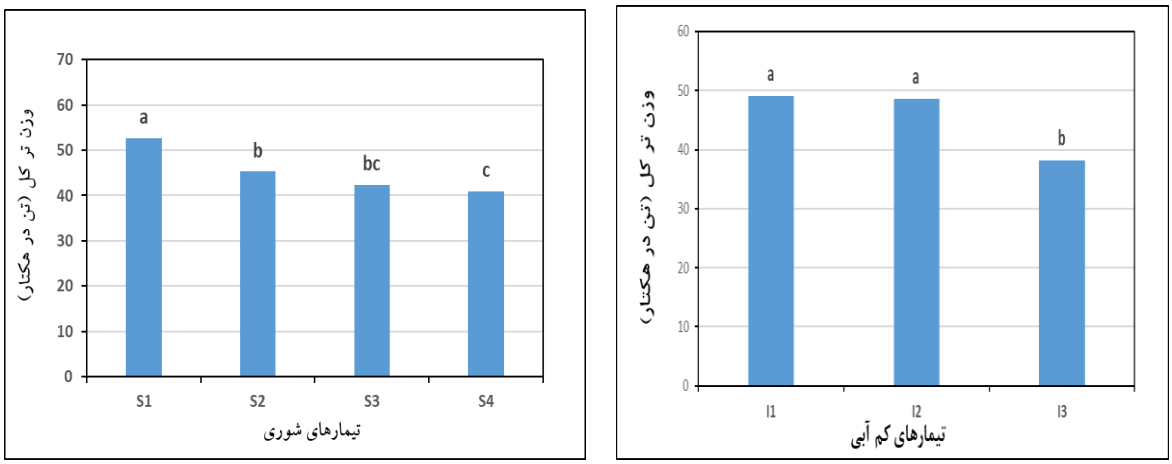
وزن تر کل اندام هوایی

تغییرات میانگین وزن تر کل اندام هوایی گیاه کوشیا در شوری و کم‌آبی‌های مختلف در شکل (۴) نشان داده‌شده است.

جدول ۴. تجزیه واریانس عملکرد و اجزاء عملکرد کوشیا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		وزن تر کل	وزن تر یک بوته	وزن تر برگ	وزن تر ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک یک بوته	ارتفاع	تعداد شاخه‌های فرعی	قطر ساقه
بلوک	۲	۳۵/۸۲۶	۱۸۷۴/۵۹	۴۹۱/۴۳	۴۸/۵۳	۵/۳۹	۳۲۵/۳۵**	۱۴۰/۷۱**	۸۹۳/۰۳**	۱۷۴/۱۴ **	۴۴/۳۹**
تنش شوری (S)	۳	۲۴۴/۵۶**	۱۲۲۶۴/۰۵**	۳۴۳۰/۰۵**	۱۸۴۱/۰۰ **	۳۲۵/۳۵**	۱۴۰/۷۱**	۸۹۳/۰۳**	۱۷۴/۱۴ **	۴۴/۳۹**	۰/۳۵ns
خطای(S)	۶	۴۱/۱۷	۵۱۱/۶۱	۲۵۱/۹۳	۸۵/۷۲	۲۸/۷۲	۲۱/۹۵	۴۷/۸۲	۱/۰۴	۴/۳۵	۰/۰۲
تنش کم-(I) آبی	۲	۴۴۷/۹۳**	۴۹۸۹۷/۵۹**	۱۳۱۶۵/۵۶**	۱۰۲۷۱/۰۹**	۲۴۳۲/۲۷**	۱۶۰۳/۱۵**	۷۹۱۳/۸۹**	۱۴۱۳/۱۹ **	۱۳۴/۵۵**	۷/۱۶ **
S*I	۶	۹/۰۸ns	۲۰۰۴/۷۵**	۵۴۲/۷۸*	۲۳۵/۷۷ns	۲۸/۶۸*	۲۴/۹۹ns	۹۰/۶۱ns	۳۰/۵۴ **	۳/۳۸ ns	۰/۱۱ ns
خطایS*I	۱۶	۱۵/۲۸	۵۹۲/۰۶	۱۶۱/۷۶	۹۵/۹۱	۲۸/۷۶	۲۴/۸۵	۵۵/۶۷	۲/۹۹	۵/۸۴	۰/۱۲
CV (%)		۸/۶۳	۱۰/۰۱	۹/۳۱	۱۰/۳۲	۱۲/۲۸	۱۲/۶۳	۸/۹۸	۲/۰۷	۴/۱۳	۱۰/۰۶

*و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد و ns بدون اثر معنی‌دار



شکل ۴. نمودار تغییرات وزن تر کل اندام هوایی کوشیا در شوری و کم‌آبی‌های مختلف

مطابق شکل، 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. به عبارت دیگر با افزایش شوری

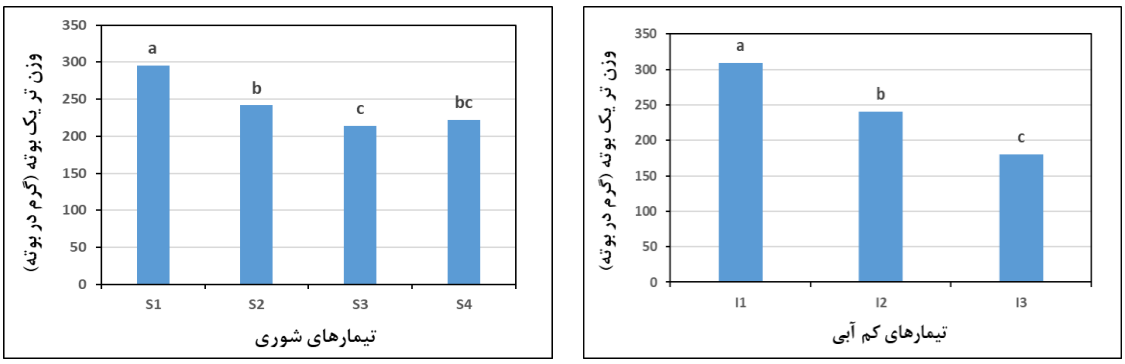
از ۲/۵ به ۲۰ دسی زیمنس بر متر، وزن تر کل اندام هوایی به میزان ۱۵/۶۸ تن در هکتار کاهش یافت و این کاهش حدود ۲۷/۷ درصد نسبت به تیمار شاهد (شوری آب کارون) می‌باشد. هم‌چنین کاهش وزن تر کل در تیمارهای S_2 و S_3 نسبت به تیمار S_1 به ترتیب ۲۰/۰۶ و ۲۵/۲۸ درصد محاسبه شد. میزان کاهش وزن تر کل به ازاء افزایش هر واحد شوری آب آبیاری حدود ۱/۵۸ درصد به دست آمد. بین تیمارهای S_2، S_3 و S_4 تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود نداشت ولی بین تیمار S_1 با تیمارهای دیگر، تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد مشاهده شد. نتایج نشان داد که تنش شوری موجب کاهش معنی‌دار وزن تر کل اندام هوایی گیاه کوشیا شد. مشکل عمده‌ای که شوری برای گیاهان در اثر مقادیر بیش از حد نمک به وجود 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 راستا Nabati *et al.* (2012) 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 رشد کاهش یافت. مقایسه میانگین‌های وزن تر کل اندام هوایی در نمودار شکل (۴) نشان می‌دهد که از نظر عمق آب آبیاری (I) بالاترین عملکرد مربوط به تیمار I_1 با میانگین ۵۶/۶ تن در هکتار و کمترین آن مربوط به تیمار I_3 با میانگین ۳۸/۲۳ تن در هکتار می‌باشد. ترتیب سطوح آبیاری از نظر تأثیر مثبت در وزن تر کل اندام هوایی به صورت $I_1 > I_2 > I_3$ می‌باشد که از نظر مرتبه، I_1 و I_2 در یک گروه و I_3 در گروه دیگر قرار دارد. این در حالی است که حجم آب آبیاری در تیمارهای I_1 ، I_2 و I_3 به ترتیب ۱۴۶/۲۸، ۱۱۷/۱۷ و ۸۸/۰۵ لیتر می‌باشد. تیمارهای I_2 و I_3 نسبت به تیمار I_1 به ترتیب ۰/۹۲ و ۲۲/۰۳ درصد کاهش محصول داشتند که عدم تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد بین تیمارهای I_1 و I_2 را نشان می‌دهد. هم‌چنین بین تیمارهای I_1 و I_2 با تیمار I_3 تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود داشت.

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 معنی‌داری 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. همچنین تنش خشکی از طریق کاهش اندازه یا توقف رشد برگ، سطح فتوسنتز کننده گیاه را کاهش داده و از این طریق باعث کاهش رشد و در نهایت عملکرد رویشی گیاه می‌شود. در همین راستا، Payero *et al.* (2006) 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. در تحقیقی دیگر Salehi *et al.* (2012) با بررسی اثر تنش شوری و کم‌آبی بر تولید زیست‌توده کوشیا در استان گلستان دریافتند که تنش کم‌آبی اثر معنی‌داری بر تولید زیست‌توده کوشیا در کشت بهاره ندارد. ولی اثر تنش کم‌آبی در کشت تابستانه معنی‌دار بود. هم‌چنین آن‌ها گزارش کردند که بالاترین و پایین‌ترین میزان تحمل به شوری به ترتیب در ۱۰۰ و ۵۰ درصد مصرف آب می‌باشد.

کاهش ۹۰ درصدی میزان شوری آب آبیاری از S_4 (۲۰ دسی زیمنس بر متر) به S_1 (۳-۲ دسی زیمنس بر متر) تنها باعث افزایش عملکرد به میزان ۲۷ درصد در وزن تر کل اندام هوایی گیاه شد، در صورتی که کاهش ۵۰ درصدی سطح آبیاری از I_1 (۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) به I_3 (۵۰ درصد نیاز آبی) باعث کاهش عملکرد به میزان ۲۲ درصد گردیده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کاهش وزن تر کل اندام هوایی گیاه کوشیا در اثر افزایش شوری بیش‌تر از کمبود رطوبت است.

وزن تر کل اندام هوایی یک بوته

تغییرات میانگین وزن تر کل اندام هوایی یک بوته در شوری و کم‌آبی‌های مختلف در شکل (۵) نشان داده شده است.



شکل۵. نمودار تغییرات وزن تر کل اندام هوایی یک بوته در شوری و کم‌آبی‌های مختلف

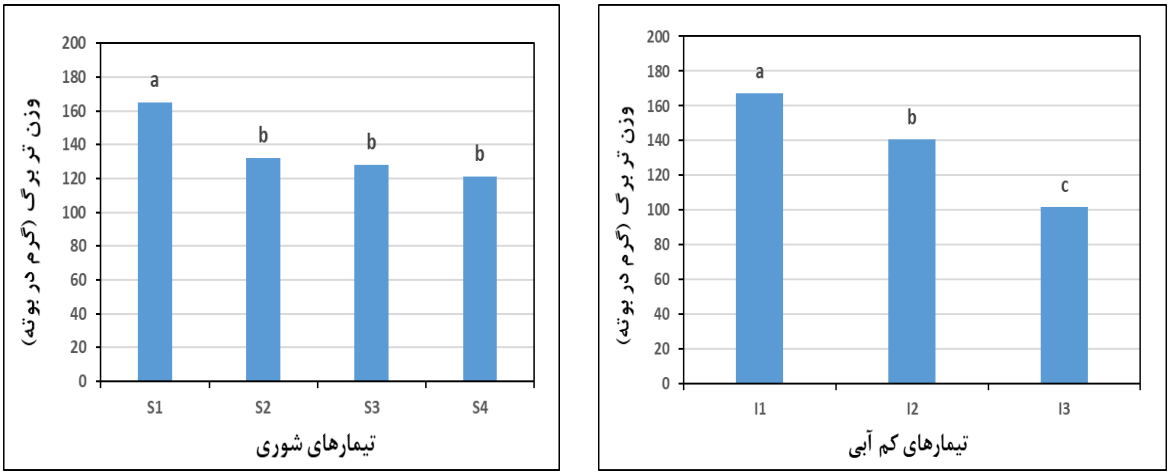
در بررسی اثرات شوری بر وزن تر کل اندام هوایی یک بوته مطابق شکل (۵)، بیش‌ترین مقدار وزن تر یک بوته مربوط به تیمار S_1 با میانگین ۲۹۵/۷۳ گرم در بوته و کم‌ترین آن مربوط به تیمار S_3 با میانگین ۲۱۳/۸۲ گرم در بوته می‌باشد. تیمارهای S2، S_3 و

S_4 نسبت به تیمار شاهد به ترتیب به میزان ۱۸/۳۴، ۲۷/۶۹ و ۲۵/۰۳ درصد کاهش وزن داشتند که نشان می‌دهد در تیمارهای S_3و S_4 تغییرات معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد مشاهده نشده است ولی کاهش عملکرد تیمار S_3 نسبت به شاهد کمتر از تیمار S_4 بود. از نظر مرتبه، تیمار S_1 در یک گروه، تیمارهای S_2 و S_4 در یک گروه و تیمار S_4 نیز در گروه دیگری قرار گرفتند. نتایج نشان داد که افزایش تنش شوری تا ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش وزن تر کل اندام هوایی یک بوته شد و افزایش میزان شوری آب آبیاری از ۱۵ به ۲۰ دسی زیمنس بر متر، موجب افزایش وزن تر یک بوته به اندازه ۲/۷ درصد نسبت به شوری S_3 گردید. در همین راستا، نتایج تحقیق Nabati *et al.* (2009) نشان داد که افزایش تنش شوری از ۵/۲ به ۱۰/۵ دسی زیمنس بر متر نه تنها اثر منفی معنی‌داری در سطح پنج درصد بر تولید زیست‌توده کوشیا نداشت بلکه مقدار زیست‌توده تولیدی را ۱/۸۷ درصد افزایش داد. همچنین در تحقیقی دیگر Nabati *et al.* (2012) با بررسی تأثیر تنش شوری در مراحل مختلف رشدی بر خصوصیات کمی و کیفی علوفه کوشیا دریافتند که وزن تر اندام هوایی بوته‌های کوشیا با افزایش شدت تنش شوری کاهش معنی-داری پیدا کرد.

اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر روی وزن تر یک بوته معنی‌دار بوده به طوری که بالاترین وزن تر کل مربوط به تیمار I_1 به میزان ۳۰۹/۱۴ گرم در بوته و کم‌ترین آن مربوط به تیمار I_3 به میزان ۱۸۰/۲۸ گرم در بوته می‌باشد. از نظر مرتبه، تیمارهای I_1، I_2 و I_3 هر کدام در یک گروه قرار دارند. ترتیب اثر سطوح آبیاری بر افزایش وزن تر کل یک بوته به صورت $I_1 > I_2 > I_3$ می-باشد به طوری که تیمارهای I_2 و I_3 نسبت به تیمار I_1 به ترتیب ۲۲/۳ و ۴۱/۷ درصد کاهش در وزن تر بوته را نشان می‌دهند. نتایج نشان داد که تنش کم‌آبی باعث کاهش معنی‌دار و چشم‌گیر وزن تر کل اندام هوایی یک بوته شد. به نظر می‌رسد تنش خشکی از طریق تأثیر منفی که بر طویل و حجیم شدن سلول‌ها و کاهش مواد فتوسنتزی ساخته شده در گیاه می‌گذارد تولید بیوماس را در گیاه کاهش داده است (Craufurd *et al.*, 1990). در تحقیق مشابه Soleimani *et al.* (2008) بیان کردند که تیمارهای مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری بر وزن بوته داشت که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. نتایج مقایسه تیمارهای شوری و کم‌آبی نشان داد که تنش آبی اثر بیشتری نسبت به تنش شوری در کاهش وزن تر کل اندام هوایی یک بوته داشت. به طوری که در تیمارهای شوری بیش‌ترین کاهش عملکرد یک بوته مربوط به تیمار S_3 و به اندازه ۲۷ درصد ولی در تیمارهای آبیاری، کمترین وزن تر مربوط به تیمار I_3 و به اندازه ۴۱ درصد کاهش محصول نسبت به شاهد داشت.

وزن تر برگ

همان‌طور که در شکل (۶) ملاحظه می‌گردد ترتیب سطوح شوری بر افزایش وزن تر برگ در هر بوته به صورت $S_1 > S_2 > S_4 > S_3$ بوده اما از نظر مرتبه، S_1 در یک گروه، S_2، S_3 و S_4 نیز در یک گروه قرار دارند.تیمارهای S_2، S_3 و S_4 نسبت به تیمار S_1 به ترتیب در حدود ۱۹، ۲۲ و ۲۶ درصد کاهش وزن تر برگ در بوته را نشان دادند.



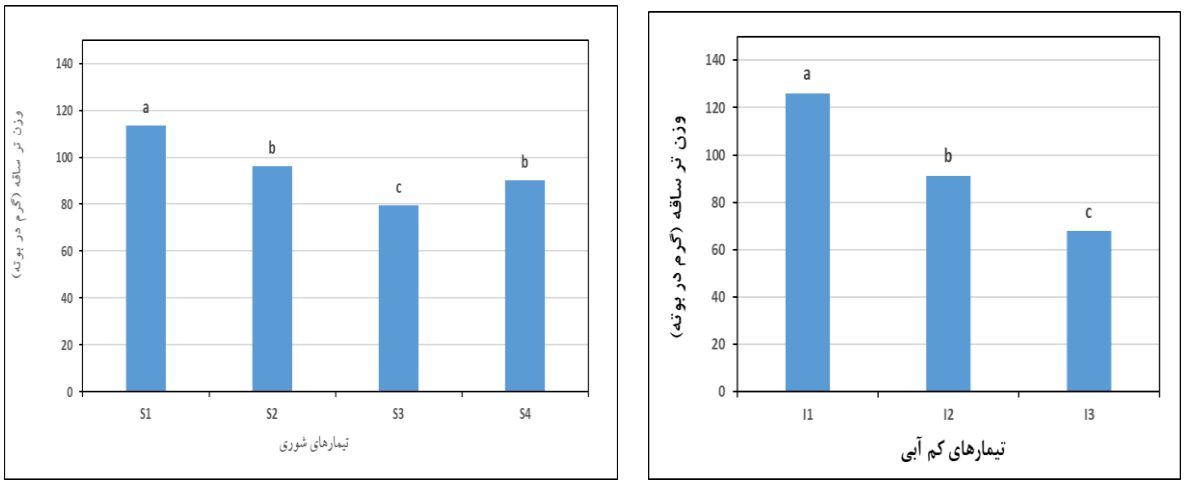
شکل۶. نمودار تغییرات وزن تر برگ در شوری و کم‌آبی‌های مختلف

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 معنی‌داری در سطح پنج درصد مشاهده نشد. نتایج نشان داد که افزایش تنش شوری می‌تواند باعث کاهش معنی‌دار وزن تر برگ شود که با نتایج Nabati *et al.* (2012) 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 می‌باشد (Jami

(Al Ahmadi and Kafi 2008, Salehi *et al*., 2009). در خصوص تأثیر عمق آب آبیاری، مقایسه میانگین‌های متوسط وزن تر برگ در بوته بر اساس شکل (۵) نشان می‌دهد که بیشترین میزان وزن تر برگ در بوته مربوط به تیمار I_1 و کم‌ترین میزان آن مربوط به تیمار I_3 و به ترتیب برابر ۱۶۷/۴۷ و ۱۰۱/۵۹ گرم در بوته می‌باشد. از نظر مرتبه، سه سطح آبیاری در سه گروه متفاوت قرار گرفتند به طوری که تیمارهای I_2 و I_3 نسبت به تیمار I_1 به ترتیب ۱۶/۰۵ و ۳۹/۳۴ درصد کاهش وزن داشته‌اند که این نشان می‌دهد هر سه سطح آبیاری با هم تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد باهم داشته‌اند. کاهش وزن تر برگ در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی خیلی بیشتر از ۷۵ درصد نیاز آبی بود. در مقایسه اثرات جداگانه شوری و کم‌آبی بر شاخص وزن تر برگ در بوته مشاهده شد که اثر تنش کم‌آبی در حد ۵۰ درصد نیاز آبی بیشتر از تنش شوری در حد ۹۰ درصد (S_4 نسبت به S_1) می‌باشد.

وزن تر ساقه

تأثیر شوری و کم‌آبی بر وزن تر ساقه در نمودارهای شکل (۷) ارائه شده است.



شکل۷. نمودار تغییرات وزن تر ساقه در شوری و کم‌آبی‌های مختلف

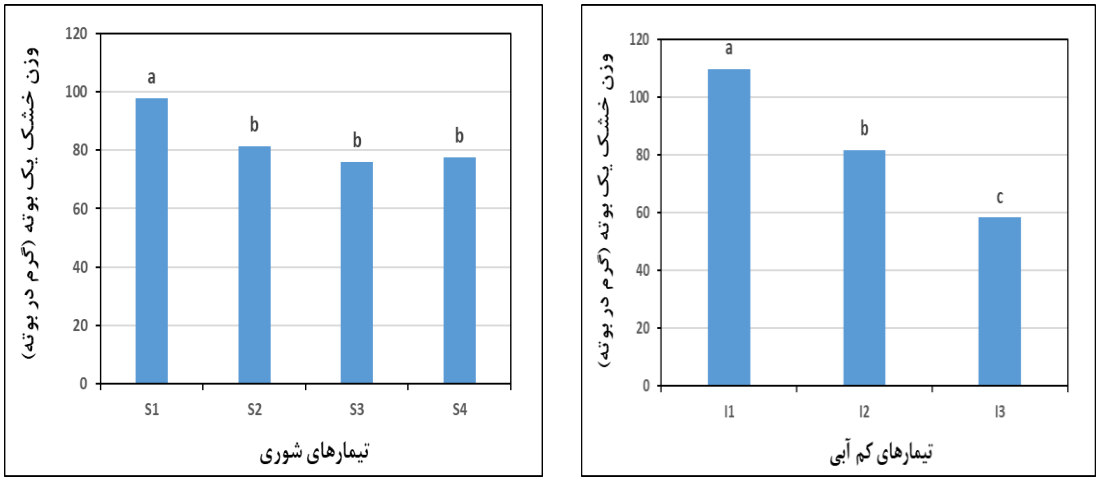
تأثیر شوری آب آبیاری بر وزن تر ساقه مشابه روند تغییرات وزن تر کل اندام هوایی یک بوته بود. به طوری‌که بین تیمارهای S_2 و S_3 اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود نداشت. ولی بین تیمارهای S_1، S_2 و S_3 تفاوت معنی‌داری وجود داشت. تیمارهای S_2، S_3 و S_4 نسبت به تیمار شاهد S_1 به ترتیب به اندازه ۱۵/۳، ۳۰/۱ و ۲۰/۵ درصد کاهش وزن ساقه در بوته را نشان دادند. بیش‌ترین وزن ساقه مربوط به تیمار S_1 با میانگین ۱۱۳/۶۲ گرم در بوته و کم‌ترین آن در تیمار S_4 و برابر ۹۰/۳۱ گرم در بوته می‌باشد. در همین راستا در تحقیقی مشابه، Salehi *et al*. (2009) و Jami Al Ahmadi and Kafi, (2008) گزارش کردند که افزایش شدت تنش شوری باعث کاهش رشد ساقه می‌شود که با این تحقیق همسو می‌باشد. مقایسه میانگین‌های وزن تر ساقه در بوته در شکل (۶) نشان می‌دهد که 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. ترتیب سطوح آبیاری از نظر تأثیر افزایشی بر وزن تر ساقه به صورت $I_1 > I_2 > I_3$ بوده که از نظر مرتبه، هر سه تیمار در سه گروه جداگانه قرار گرفته و تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر از خود نشان داده‌اند. به گونه‌ای که تیمارهای I_2 و I_3 نسبت به تیمار شاهد (I_1) به ترتیب ۲۷/۷ و ۴۷/۲ درصد کاهش وزن داشته‌اند. 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 درصد (نزدیک به ۵۰ درصد) در گیاه مشاهده شد. در مقایسه اثرات جداگانه تیمارهای شوری و کم‌آبی بر روی وزن تر ساقه، مشاهده شد که تأثیر تنش کم‌آبی بر 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, 2014). 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 برگ به ساقه در کوشیا می‌تواند این گیاه را به عنوان یک گزینه مناسب برای

تولید علوفه مطرح کند. در این زمینه Kafi *et al.* (2011) با ارزیابی خصوصیات علوفه‌ای توده‌های مختلف کوشیا با دو سطح شوری آب آبیاری گزارش کردند که نسبت برگ به ساقه در این گیاه بین ۱/۱ در توده بروجرد تا ۱/۳ در توده‌های سبزوار و اصفهان متغیر است.

وزن خشک کل اندام هوایی یک بوته

نمودارهای شکل (۸) اثرات شوری و کم‌آبی بر وزن خشک کل اندام هوایی یک بوته را نشان می‌دهد.



شکل۸. نمودار تغییرات وزن خشک کل اندام هوایی یک بوته در شوری و کم‌آبی‌های مختلف

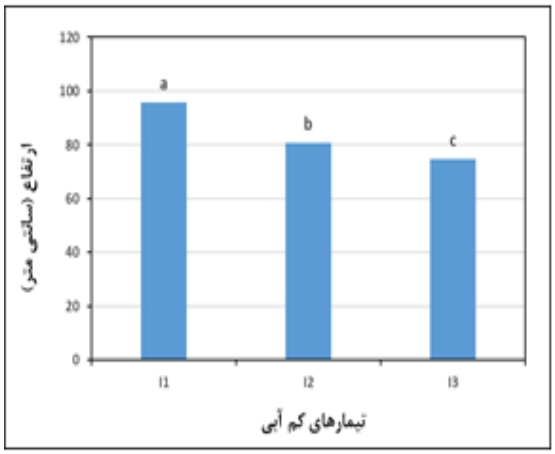
ترتیب اثر سطوح شوری بر پارامتر وزن خشک یک بوته به صورت $S_1 > S_2 > S_4 > S_3$ می‌باشد. بیش‌ترین وزن خشک بوته مربوط به تیمار S_1 با میانگین ۹۷/۶۷ و کم‌ترین آن در تیمار S_3 با میانگین ۷۵/۹۴ درصد مشاهده گردید. نتایج نشان داد که با افزایش شوری وزن خشک ساقه کاهش پیدا کرد ولی در بین شوری‌های S_2، S_3 و S_4 تغییرات معنی‌داری از نظر وزن خشک یک بوته مشاهده نگردید و این تیمارها همگی در یک گروه قرار گرفتند و نسبت به تیمار شاهد به ترتیب به میزان ۱۶/۷، ۲۲/۲ و ۲۰/۷ درصد کاهش وزن داشتند. Nabati *et al.* (2012) با بررسی تأثیر تنش شوری در مراحل مختلف رشد بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه کوشیا گزارش کردند که افزایش شوری باعث کاهش وزن خشک بوته شد. Kafi *et al.* (2011) نیز با ارزیابی خصوصیات توده‌های متخلف کوشیا با دو سطح ۵/۲ و ۱۶/۵ دسی زیمنس بر متر دریافتند که سطوح شوری اعمال شده بر عملکرد ماده خشک تأثیر معنی‌داری داشتند و افزایش شوری از ۵/۲ به ۱۶/۵ دسی زیمنس بر متر موجب افزایش ۴/۵ درصدی عملکرد علوفه خشک شد. همچنین در تحقیق مشابه دیگری که Salehi *et al.* (2012) در شمال استان گلستان انجام دادند نتیجه گرفتند که اعمال تیمارهای شوری ۱/۵، ۷، ۱۴ و ۲۱ دسی زیمنس بر متر به ترتیب باعث کاهش وزن اندام خشک اندام هوایی گیاه کوشیا گردید که با نتایج این تحقیق هم‌راستا است. بر اساس نتایج شکل (۸)، از لحاظ اثر تیمارهای آبیاری بر وزن خشک یک بوته، هر سه رژیم آبیاری در سه گروه متفاوت قرار گرفتند به گونه‌ای که تیمار I_1 تیمار برتر و تیمارهای I_2 و I_3 به ترتیب با میانگین‌های ۱۰۹/۵۴ و ۵۸/۲۵ گرم در بوته باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک کل اندام هوایی یک بوته شدند و کاهش وزنی به اندازه ۲۵/۵ و ۴۲/۸ درصد نسبت به تیمار شاهد از خود نشان دادند. نتایج نشان داد که افزایش تنش آبی، وزن خشک کل اندام هوایی یک بوته را کاهش داده است که با نتایج Soleimani *et al.* (2008) هم‌خوانی دارد. در تحقیق دیگر Goldani and Rezvani (2006) بیان کردند که کاهش میزان کربوهیدرات‌ها و کاهش تولید ماده خشک گیاه از اثرات قطعی تنش خشکی می‌باشد. در همین راستا Conover and Soonick (1989) با بررسی کم‌آبیاری بر روی سه گیاه علوفه ای مشاهده کردند که تنش آبی باعث کاهش ارتفاع گیاه، وزن خشک اندام‌های هوایی و تعداد پنجه در هر سه گیاه می‌شود. در مقایسه اثرات جداگانه تنش‌های شوری و کم‌آبی نتایج نشان داد که تأثیر تنش آبی بر کاهش وزن خشک کل اندام هوایی یک بوته بیشتر از تنش شوری بود.

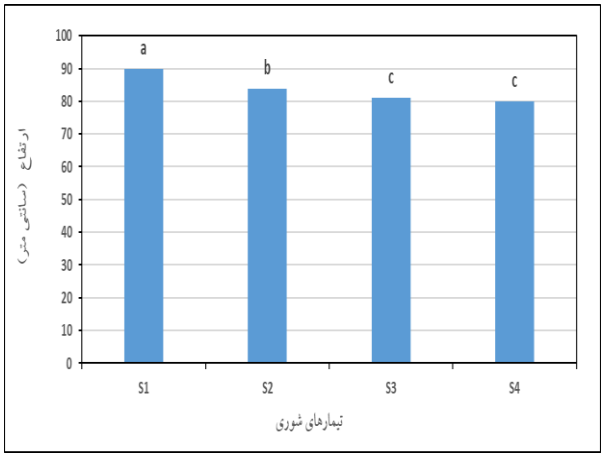
یکی دیگر از شاخص‌هایی که در ارزیابی گیاهان علوفه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد درصد ماده خشک تولیدی (نسبت وزن خشک به وزن تر) می‌باشد. Kafi *et al.* (2011) با آزمایشی که در ارزیابی خصوصیات علوفه‌ای توده‌های مختلف کوشیا با دو سطح شوری آب آبیاری انجام دادند گزارش کردند که درصد ماده خشک

تولیدی علوفه کوشیا در توده‌های مختلف متفاوت است و توده-های بیرجند و اصفهان به ترتیب با ۴۲/۷ و ۳۹/۶ درصد کم‌ترین و بیش‌ترین درصد ماده خشک را دارا بودند. بالا بودن میزان ماده خشک تولیدی از جمله صفت‌های مناسب برای تولید علوفه جهت سیلو کردن و همچنین نگهداری آن به صورت ماده خشک برای فصولی از سال است که علوفه تازه برای تغذیه دام در دسترس نیست. Nabati (2004) گزارش کرد که درصد ماده خشک ذرت، سورگوم و ارزن علوفه‌ای به ترتیب ۳۳، ۲۹ و ۲۲ درصد می‌باشد، این در حالی است که در آزمایش ما متوسط ماده خشک تولیدی در کوشیا در تیمارهای مختلف شوری و کم‌آبی بین ۴۰ تا ۶۰ درصد به دست آمد که آن را برای تولید علوفه مناسب می‌سازد.

ارتفاع

ارتفاع بوته از جمله صفت‌هایی است که در گیاهان علوفه‌ای همواره مورد توجه بوده است (Soleimani *et al.*, 2008). در این پژوهش نیز این ویژگی مهم بررسی شد که نتایجی مطابق شکل (۹) به دست آمد.





شکل۸. نمودار تغییرات ارتفاع در شوری و کم‌آبی‌های مختلف

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. همان‌گونه که از شکل (۹) مشخص است کاهش ارتفاع گیاه به جز در شوری‌های S_3 و S_4 تفاوت معنی‌داری داشته است. کاهش ارتفاع گیاه در شوری‌های S_2، S_3 و S_4 نسبت به تیمار S_1 به ترتیب ۶/۶، ۹/۷ و ۱۰/۹ سانتی‌متر محاسبه شد. با توجه به نتایج به دست آمده از شکل (۹) به نظر می‌رسد که سطوح شوری مورد استفاده در آزمایش، کاهش قابل ملاحظه‌ای در ارتفاع کوشیا ایجاد نکرده است که با نتایج Kafi *et al.* (2011) و Nabati *et al.* (2009) هم‌خوانی دارد.

Nabati (2010) 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. Salehi *et al.* (2009) 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 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 می-باشد.

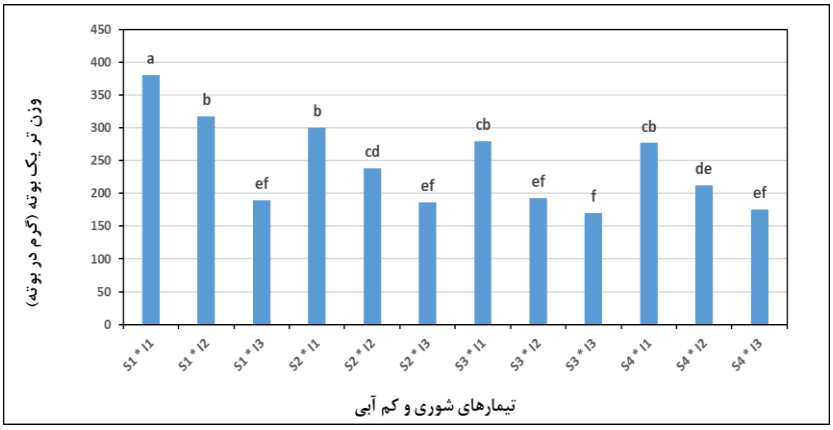
مقایسه میانگین‌های ارتفاع گیاه در شکل (۹) نشان می‌دهد که از نظر عمق آب کاربردی (I)، سطوح I_1، I_2 و I_3 هرکدام در یک گروه قرار گرفته و با هم تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد از خود نشان دادند. بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع گیاه به ترتیب مربوط به تیمارهای I_1 و I_3 با میانگین‌های ۹۵/۷۱ و ۷۴/۵۸ سانتی‌متر بوده است. ترتیب اثر سطوح آبیاری از نظر تأثیر مثبت بر ارتفاع گیاه به‌صورت $I_1 > I_2 > I_3$ می‌باشد و تیمارهای I_2 و I_3 نسبت به تیمار شاهد به میزان ۱۵/۵ و ۲۲/۱ درصد کاهش داشته است. نتایج نشان داد که با افزایش تنش کم‌آبی ارتفاع گیاه کوشیا کاهش یافت. در این رابطه، Soleimani *et al.* (2008) بیان کردند که تیمارهای مختلف ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی، تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع علوفه کوشیا داشت. تنش خشکی از طرق مختلف، اثرات زیان‌آوری بر اغلب فرایندهای فیزیولوژی گیاه می-گذارد. 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 همین رابطه، Conover and Soonick (1989) با بررسی تأثیر کم‌آبی بر روی سه گیاه علوفه‌ای دریافتند که تنش آبی باعث کاهش ارتفاع در هر سه گیاه شد. همچنین Payero *et al.* (2006)، کاهش رشد را از علائم آشکار تنش آبی دانستند و بیان کردند که کاهش رشد به خاطر کاهش سطح برگ و ارتفاع گیاه می‌باشد. در آزمایشی دیگر Salehi *et al.* (2014) با بررسی تأثیر تنش شوری و رژیم‌های آبیاری بر تولید زیست‌توده کوشیا دریافتند که تنش آبی باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته شد به‌گونه‌ای که در تیمار ۳۵ دسی‌زیمنس بر متر کاهش ارتفاع ۳۴ درصدی را شاهد بودند. ارتفاع بوته به شدت به محیط رشد وابسته است. از آنجا که پدیده رشد حاصل فعالیت‌های حیاتی در شرایطی است که گیاه بایستی آب کافی در اختیار داشته باشد، در صورت عدم تأمین آب مورد نیاز به دلیل کاهش فشار تورژسانس سلول‌های در حال رشد و اثر بر طول سلول‌ها، کاهش ارتفاع رخ می‌دهد (Munns and Tester, 2006) .

نتایج مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد تحت اثر متقابل تنش‌های شوری و کم‌آبی

وزن تر کل اندام هوایی یک بوته

شکل (۱۰) تغییرات میانگین وزن تر کل اندام هوایی یک بوته را در تیمارهای مختلف شوری و کم‌آبی نشان می‌دهد.



شکل۱۰. نمودار تغییرات وزن تر کل اندام هوایی یک بوته تحت تأثیر توأم تیمارهای شوری و کم‌آبی

بیش‌ترین وزن تر کل اندام هوایی یک بوته مربوط به تیمار S_1*I_1 با میانگین ۳۸۰/۳ گرم در بوته و کم‌ترین آن در تیمار S_3*I_3 با میانگین ۱۶۹/۴۷ گرم در بوته مشاهده گردید. نتایج نشان داد که با افزایش توأم تنش شوری و کم‌آبی بر روی گیاه کوشیا، وزن تر بوته کاهش پیدا کرد. در تحقیقی مشابه، Askarian (2004) با بررسی دو گونه مرتعی Elymus Junceus و Kochia prostrata گزارش کرد با افزایش تنش کم‌آبی و شوری، وزن تر و خشک گونه‌ها کاهش یافت، به‌طوری که بیشترین میزان وزن در دورهٔ آبیاری ۱۰ روزه و حالت بدون شوری و کمترین آن در دورهٔ آبیاری ۲۰ روزه و شوری ۶/۷۸ میلی موس بر سانتی‌متر به دست آمد.

وزن تر برگ

اثرات متقابل شوری و کم‌آبی بر وزن تر برگ در شکل (۱۱) ارائه شده است.

مقایسه میانگین‌های وزن تر برگ در شکل (۱۱) نشان می‌دهد که بیشترین وزن تر برگ مربوط به تیمار S_1*I_1 با میانگین ۱۹۸/۳۷ گرم در هر بوته و کم‌ترین آن در تیمار S_3*I_3 با میانگین ۹۳ گرم در بوته می‌باشد که این تیمار کاهش وزنی به اندازه ۵۳ درصد نسبت به تیمار شاهد S_1*I_1 داشته است. نتایج نشان می‌دهد که تیمارهای S_1*I_1 و S_1*I_2 از نظر مرتبه در یک گروه قرار دارند و تیمار S_1*I_1 تنها به اندازه ۸/۴ درصد نسبت به تیمار S_1*I_1 کاهش وزن داشته است. در حالت کلی نتایج نشان داد که با افزایش توأم این دو تنش، وزن تر برگ کاهش می‌یابد.

وزن خشک برگ

تأثیر توأم تنش‌های شوری و خشکی بر روی میانگین‌های وزن خشک برگ در شکل (۱۲) نشان داده شده است.

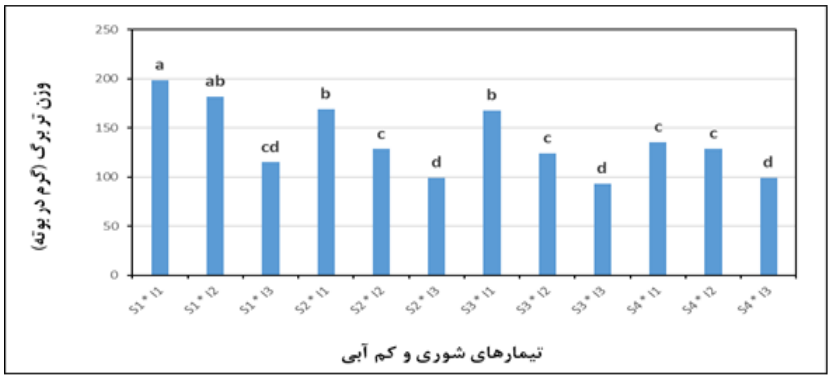
همان‌طور که مشاهده می‌شود بیش‌ترین میزان میانگین وزن خشک برگ در تیمار S_1*I_1 و کم‌ترین آن در تیمار S_4*I_3 و به ترتیب با میانگین ۶۸ و ۲۶/۶۷ گرم در بوته مشاهده شده است. همچنین تیمار S_4*I_3 نسبت به تیمار S_1*I_1 کاهش وزنی به اندازه ۶۰ درصد داشته است. از نظر مرتبه نیز سطوح مختلف در گروه‌های مختلف قرار گرفتند. همچنین تیمارهای S_1*I_3، S_2*I_3،

S_3*I_3 و S_4*I_3 از نظر مرتبه در یک گروه هستند که نشان می‌دهد در ۵۰ درصد نیاز آبی، تغییرات شوری اعمال شده تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک برگ نداشته است. نتایج نشان داد که

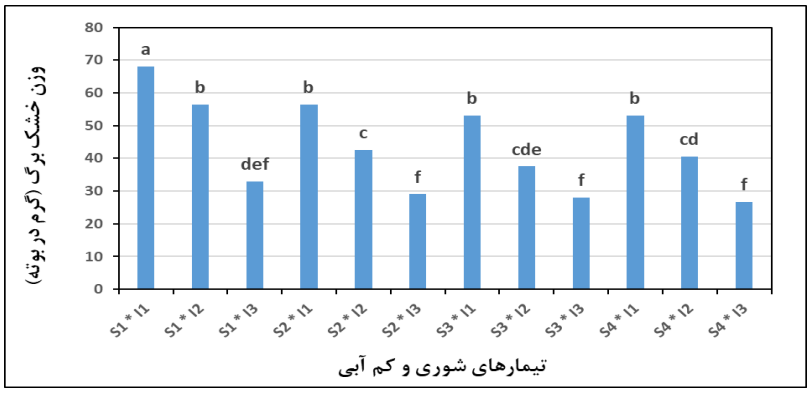
افزایش توأم تنش‌های اعمال شده بر روی وزن خشک برگ نیز تأثیر کاهشی داشته است. در این زمینه، Salehi *et al.* (2012) گزارش کردند که وزن خشک برگ تحت تأثیر تنش توأم شوری و کم‌آبی قرار نگرفت.

ارتفاع بوته

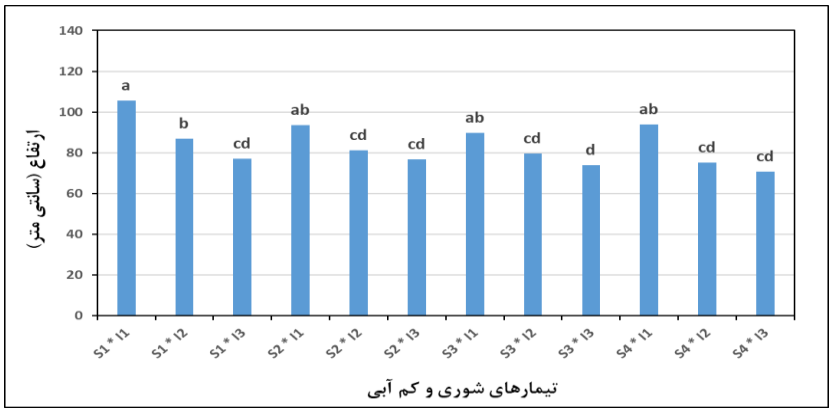
میانگین ارتفاع گیاه کوشیا در هنگام برداشت علوفه تحت تأثیر هردو تنش شوری و کم‌آبی در شکل (۱۳) نشان داده شده است.



شکل۱۱. نمودار تغییرات وزن تر برگ اندام هوایی یک بوته تحت تأثیر توأم تیمارهای مختلف شوری و کم‌آبی



شکل۱۲. نمودار تغییرات وزن تر برگ اندام هوایی یک بوته تحت تأثیر توأم تیمارهای مختلف شوری و کم‌آبی



شکل۱۳. نمودار ارتفاع بوته تحت تأثیر توأم تیمارهای مختلف شوری و کم‌آبی

با توجه به شکل مشاهده می‌شود که بیشترین و کمترین طول به ترتیب مربوط به تیمارهای S_1*I_1 و S_4*I_3 با میانگین ارتفاع‌های ۱۰۵/۵ و ۷۰/۶۷ سانتی‌متر می‌باشد. از نظر مرتبه هم با توجه به آنچه در نمودار میانگین‌های ارتفاع مشاهده می‌شود، تیمارهای مختلف هر کدام در گروه‌های مختلفی قرار دارند و باهم تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد پیدا کرده‌اند. نتایج نشان داد که با افزایش این تنش‌ها، ارتفاع گیاه، روندی نزولی به خود گرفت. اما در طی تحقیقی که Salehi *et al.* (2012) بر روی

زیست‌توده کوشیا انجام دادند نتیجه گرفتند که تنش توأم شوری و کم‌آبی اثر معنی‌داری بر روی کوشیا نداشت.

همبستگی بین صفات مورد ارزیابی

به منظور بررسی و مقایسه روابط همبستگی بین پارامترهای اندازه‌گیری‌شده در تیمارهای مختلف شوری و کم‌آبیاری، همبستگی بین کلیه صفات، مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول۵). با توجه به نتایج این جدول مشاهده می‌شود که کلیه صفات، همبستگی مثبت و معناداری را با یکدیگر در سطح احتمال یک درصد نشان دادند و این بیان‌گر این موضوع بوده که افزایش یا کاهش صفات فوق، تأثیر مستقیمی بر روی عملکرد علوفه گیاه کوشیا داشته است. در این زمینه Soleimani *et al.* (2008) با بررسی تأثیر رژیم‌های مختلف کم‌آبی به نتایجی مطابق نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر دست یافت.

مقایسه علوفه گیاه کوشیا با علوفه‌های عمده در استان خوزستان

میانگین ده ساله علوفه‌هایی که به صورت عمده و هر ساله در استان خوزستان کشت می‌شوند به همراه آستانه تحمل این گیاهان به شوری و طبقه‌بندی آن‌ها از نظر درجه حساسیت به شوری (Ayers and Westcot, 1985; Rhoades *et al.*, 1992) در جدول (۶) ارائه شده است.

جدول ۵. ضرایب همبستگی بین صفات مختلف

	وزن تر کل	وزن تر یک بوته	وزن تر برگ	وزن تر ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک یک بوته	ارتفاع	تعداد شاخه‌های فرعی	قطر ساقه
وزن تر کل	۱									
وزن تر یک بوته	۰/۶۹۸ **	۱								
وزن تر برگ	۰/۷۵۶ **	۰/۹۰۲**	۱							
وزن تر ساقه	۰/۶۰۲ **	۰/۹۰۸ **	۰/۸۵۳ **	۱						
وزن خشک برگ	۰/۷۱ **	۰/۹۰۱**	۰/۸۹۷ **	۰/۸۸۲ **	۱					
وزن خشک ساقه	۰/۵۸۳ **	۰/۸۵۸ **	۰/۸۵۳ **	۰/۹۳۳ **	۰/۸۵۴ **	۱				
وزن خشک یک بوته	۰/۶۷۸ **	۰/۹۱۶ **	۰/۹۱۱ **	۰/۹۳۹ **	۰/۹۷۰ **	۰/۹۵۵ **	۱			
ارتفاع	۶۳۶ **	۰/۸۸۲ **	۰/۸۱۸ **	۰/۹۰۸ **	۰/۸۹۱ **	۰/۸۹۲ **	۰/۹۲۶ **	۱		
تعداد شاخه‌های فرعی	۰/۵۸۵ **	۰/۷۸۸ **	۰/۷۰۹ **	۰/۷۵۰ **	۰/۷۵۴ **	۸۰۷ **	۰/۷۶۱ **	۰/۸۱۲ **	۱	
قطر ساقه	۰/۵۷۴ **	۰/۸۳۶ **	۰/۸۱۸ **	۰/۸۲۷ **	۰/۸۸۳ **	۰/۸۵۸**	۰/۹۰۵ **	۰/۸۹۸ **	۰/۷۷۸ **	۱

جدول ۶. عملکرد، آستانه تحمل و میزان حساسیت برخی از گیاهان علوفه‌ای استان خوزستان

	ذرت علوفه‌ای	شبدر	یونجه
میانگین ده ساله عملکرد (تن در هکتار)	۴۶/۱	۱۸/۱	۱۰/۳
آستانه تحمل به شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	۱/۸	۱/۵	۲
طبقه‌بندی توصیفی گیاهان به شوری	نسبتاً حساس	نسبتاً حساس	نسبتاً حساس

میزان عملکرد گیاه کوشیا در این تحقیق در شرایط مناسب و تحت تنش شدید شوری و کم‌آبی بین ۳۴ تا ۵۷ تن در هکتار گزارش شد. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که گیاه کوشیا از نظر عملکرد و تحمل به شوری در مقایسه با دیگر علوفه‌های کشت شده در استان خوزستان با توجه به سطوح مختلف شوری و آبی کاربردی دارای برتری می‌باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تولید علوفه از گیاهان شورزیست از اهداف اصلی زراعت در بوم-زیست‌های تحت تنش شوری می‌باشد. کشاورزی شورزیست با استفاده از منابع آب و خاک شور می‌تواند راه‌حلی برای بهره‌برداری از منابع غیرمتعارف در جهت تأمین علوفه جهت تغذیه دام باشد. در بین شورزیست‌ها، کوشیا مورد توجه محققان قرار گرفته است. کوشیا گیاهی یک ساله، شورزیست و مقاوم به خشکی است که می‌تواند با آب شور آبیاری شده و منبع ارزشمندی از علوفه در اکوسیستم‌های تحت تنش شوری و خشکی تولید نماید. به دلیل مقاومت بالای کوشیا به خشکی و شوری و دیگر تنش‌های بیابانی مانند گرما، این گیاه توانایی آن را دارد تا به عنوان یک گیاه علوفه‌ای مناطق گرم و خشک مورد استفاده قرار گیرد. در این پژوهش به بررسی عملکرد و اجزاء عملکرد علوفه کوشیا تحت تنش شوری در مناطق گرم و خشک پرداخته شد که نتایج به

دست آمده از تحقیق در زیر ارائه شده است.

ارزیابی عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه کوشیا نشان داد که اثر متقابل تنش‌های شوری و کم‌آبی بر روی وزن تر یک بوته، وزن تر برگ و وزن خشک برگ در سطح احتمال پنج درصد و بر روی ارتفاع بوته گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد.

ارزیابی عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه کوشیا تحت تنش شوری نشان داده که تمامی اجزاء تحت تأثیر معنادار تنش شوری قرار گرفتند.

مقایسه میانگین صفات مختلف نشان داد که بین تیمارهای با شوری S_2، S_3 و S_4 از نظر وزن خشک برگ، ساقه و وزن خشک یک بوته اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. عدم اختلاف معنی‌دار بین توده‌ها از نظر تولید ماده خشک ممکن است نشان‌دهنده توان بالای تولید در اکثر مناطق باشد.

مقایسه میانگین صفات مختلف نشان داد که بین تیمار آبیاری کامل و تیمار آبیاری ۷۵ درصد از وزن تر کل اندام هوایی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد 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 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) تولید شود.

نتایج این تحقیق نشان داد از آن‌جایی که کمبود آب شیرین از موانع جدی در تولیدات کشاورزی منطقه محسوب می‌شود، با صرفه‌جویی در مصرف آب شیرین و استفاده از منابع آب جایگزین (آب‌های شور و لب‌شور) که اغلب ارزش اقتصادی آن در نظر گرفته نمی‌شود، می‌توان اقدام به تولید گیاه کوشیا کرد.

به طورکلی با توجه به صفت‌های مناسب علوفه‌ای کوشیا، مقاومت بسیار بالای آن به تنش‌های شوری و کم‌آبی و عملکرد قابل قبول آن در شرایط نامناسب محیطی می‌توان از این گیاه به عنوان یک گزینه مناسب در تولید علوفه بهره جست.

سپاسگزاری

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

REFERENCES

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

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

Askarian, M. (2004) Effect of salinity and drought on germination and Deploy Seedlings Two types of pasture Kochia prostrata and Elymus junceus. *Journal of Research and Development in Natural Resources*, 3(64): 71-77. (In Farsi)

Ayers, R. S. and Westcot, D. W. (1985) FAO Irrigation and Drainage Paper No. 29. Water quality for agriculture.

Conover, D. G. and Soonick, S. A. (1989). Influence of water deficits on the water relations and growth of Echinochloa turneriana, Echinochloa crus-gali, and Pennisetum americanum. *Aust. J. Plant Physiol.* 16(3): 221-228.

Craufurd, P. Q., Wheerler, T. R., Ellis, R. H., Summerfield, R. J. and Williams, J. H. (1990) Effect of temperature and water deficit on water-use efficiency, carbon isotope discrimination, and specific leaf area in peanut. *Crop sci*. 39: 136-142.

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

Goldani, M., and Rezvani, P. (2006). Effect of different irrigation regimes on phenological, physiology, yield and yield components three varieties of water and Diem pea in Mashhad. *Journal of Agricultural Science and Industries*, 20(3): 21-32. (In Farsi)

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

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. *Agriculture Water Management*. 97, 139-147.

Kafi, M., Nabati, J., Khani nejad, S., Masoumi, A. and Zare Mehrjerdi., M. (2011) Evaluation of characteristics forage in different Kochia (Kochia scoparia) ecotypes in tow salinity levels irrigation. *Electronic Journal of Crop Production*, 4(1): 229-238. (In Farsi)

Khan, M.A. and Ansari, R. (2008) Potential use of halophytes with emphasis on fodder production in coastal areas of Pakistan. In: Biosaline agriculture and high salinity tolerance, P 163-175. C. Abdelly, M. Ozturk, M. Ashraf and C. Grignon. (eds.). Switzerland. Birkhuser.

Khani nejad, S., Nabati, J., Kafi, M. and Ghorbani, S. (2012) Evaluation of nutritive value of three ecotypes of Kochia (Kochia scoparia) in different saline condition. First National Conference desert, Tehran, Tehran University International Research Center for desert. (In Farsi).

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.

Masoumi, A., Kafi, M., Nabati, J., and Zare Mehrjerdi, M. (2017) Investigating the possibility of forage production of two species of kochia (Kochia Scoparia L) under saline conditions. *Journal of Crop Production*, 10(1): 1-19. (In Farsi).

Menzel, U. and Lieth, H. (1999) Halophyte Database Vers. 2.0. Halophyte Uses in different climates I: Ecological and Ecophysiological Studies. Progress in Biometeriology, Edited by H. Lieth, M. Moschenko, M. Lohman, H.–W. Koyro and A. Hamdy. Backhuys Publishers, the Netherlands, 13: 77-88.

Munns, R. and Tester, M. (2008) Mechanisms of salinity 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 (In Farsi).

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. (In Farsi).

Nabati, J., Kafi, M., Nezami, A., Rezvani Moghaddam, P., Masoumi, A. and Zare Mhregerdi, M. (2012) Evaluation of Quantitive and Qualititive characteistic of forage Kochia (Kochia Scoparia) in different salinity levels. *Irrigation Journal of Field Crops Research*. 12(4):613-620.

Nabati, J., Kafi, M., Nezami, P., Khani nejad, S., Masoumi, A. and Zare Mehrjerdi. M. (2014) Evaluation of Forage Quality Species of Five Kochia Plants for Use in Agricultural Agriculture in Iran. *Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences*, 7(2): 195-206. (In Farsi).

Nabati, J., Kafi, M., Nezami, P., Rezavani moghadam, A., Masoumi, A. and Zare Mehrjerdi. M. (2013) Study of Feed Value of Forage Kochia (Kochia Scoparia) Salinity Plant under Salt Stress Conditions. *Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences*, 6(2): 123-136. (In Farsi).

Nabati, J., Kafi, M., Nezami, P., Rezavani moghadam, A., Masoumi, A. and Zare Mehrjerdi. M. (2009) Investigating the production of oil and biomass in Salty Environment agriculture by Kushia (Kochia Scoparia). *Iranian Journal of Agricultural Research*, 9(4): 615-622. (In Farsi).

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

Rahimi tanha, H., Majidi, E. and Shahbazi, M. (1998) Evaluation of physiological and morphological indices on resistance to salinity stress in forage sorghum. Abstract of the articles of the Fifth Congress of Agronomy and Plant Breeding Institute for the Study of Seed and Plant Improvement.

Rhoades, J. D., Kandiah, A. and Mashali, A. M. (1992) FAO Irrigation and Drainage Paper No 48. The use of saline waters for crop productions.

Riasi, A., Danesh Mesgaran, M., Stern, M.D. and Ruiz Moreno, M.J. (2008) Chemical composition, in situ ruminal degradability and post-ruminal disappearance of dry matter and crude protein from the halophytic plants Kochia scoparia, Atriplex dimorphostegia, Suaeda arcuata and Gamanthus gamacarpus. *Anim. Feed Sci. Technol*. 141: 209-219.

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

Salehi, M., Kafi, M. and Kiani, A. (2014) Water efficiency, Drought sensitivity and crop coefficient in the kochia plant under stress of salinity and limited irrigation in spring cropping. *Iranian Journal of Water Research*, 7(12): 89-98. (In Farsi).

Shokri, S., Hooshmand, A.R. and Ghorbani, M. (2015) The estimation evaporation pan coefficient for calculating reference evapotranspiration in Ahvaz. *Journal of Irrigation Sciences and Engineering.* 40(1): 1-12 (In Farsi).

Soleimani, M.R., Kafi, M., Ziaee, M. and Shabahang, J. (2008) Effect of limited irrigation with saline water on forage of two local populations of *Kochia scoparia* L. Schrad. *J. Agric Sci. Technol.* 22: 307-317 (In Farsi).

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

Yamada, S., Yamaguchi, T., Lopez, D. and Aguilar, R. (2016) Characteristics of Na, K, Ca, Mg and P absorption in Kochia plant (Kochia Scoparia (L.) Schrad.) under sainity stress. *Sand Dune Research*. 63(1):1-8.

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