تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد چهاردهم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۰
۵۰۱-۵۱۳
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2019.2694.1703

مقاله پژوهشی

اثر تنش شوری و سطوح مختلف کود پتاسیم بر عملکرد کمی و کیفی کوشیا (*Bassia scoparia* (L.) A.J. Scott)

نسرین سالاری[۱]، مهدی دهمرده[۲*]، عیسی خمری[۳]، محمد علی کریمیان[۴]
۱. دانش‌آموخته سابق کارشناسی ارشد اگرواکولوژی دانشگاه زابل
۲. دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی زابل
۳. استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی زابل
۴. مربی گروه زراعت، پژوهشکده کشاورزی زابل

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۴/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۷/۱۰

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنش شوری و سطوح مختلف کود پتاسیم بر عملکرد کمی و کیفی کوشیا، آزمایشی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. تنش شوری در سه سطح شامل: ۱، ۷ و ۱۴ دسی زیمنس بر متر به‌عنوان عامل اصلی و کود سولفات پتاسیم در سه سطح شامل: ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد تنش شوری باعث کاهش ارتفاع، تعداد شاخه فرعی، وزن تر و خشک گیاه، وزن خشک برگ و ساقه شد. همچنین نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن بود که سطوح مختلف کود پتاسیم باعث افزایش ارتفاع، تعداد شاخه فرعی، وزن تر و خشک گیاه و وزن خشک برگ و ساقه شد. همچنین نتایج نشان داد در شوری‌های بالاتر، تأثیر کود پتاسیم در تعدیل اثرات شوری و افزایش ماده خشک بیشتر بود به‌طوری‌که کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در شرایط شوری ۱، ۷ و ۱۴ دسی زیمنس بر متر باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک به ترتیب به میزان ۱۵/۰، ۲۰/۴ و ۶۱/۲ درصد نسبت به مصرف ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم گردید. اثر متقابل شوری و کود پتاسیم نشان داد که آبیاری ۱ دسی‌زیمنس و استفاده از ۳۰۰ کیلوگرم کود پتاسیم باعث افزایش صفات کمی و کیفی کوشیا شد.

واژه‌های کلیدی: **پروتئین خام، تنش، درصد خاکستر، عملکرد علوفه**

مقدمه

امروزه تقاضای روزافزون جهت تولیدات گیاهی با کاهش مساحت زمین‌های قابل‌کشت به‌واسطه محدودیت منابع آب‌وخاک توأم گردیده است. شوری آب‌وخاک زراعی نیز ازجمله عواملی هستند که مانع از حصول عملکرد کافی در گیاهان زراعی می‌گردند. همچنین سالانه حدود ۸۰ میلیون نفر به جمعیت جهان افزوده می‌شود و ۹۷ درصد افزایش جمعیت در کشورهای درحال‌توسعه است؛ بنابراین تا سال ۲۰۲۵ نیاز به تولید غذا دو برابر خواهد شد. این پدیده موجب افزایش فشار به محیط‌زیست می‌شود (Kafi et al., 2009).

تنش‌ها به‌صورت زنده و یا غیرزنده می‌توانند تأثیرات منفی بر تولید گیاهان داشته باشند و می‌توانند حتی بقای یک گیاه را تهدید کنند (Boyer, 1982). تنش‌های غیرزنده عامل مهم کاهش ۷۱ درصدی عملکرد محصولات زراعی در سطح جهان بوده که برای تنش خشکی ۱۷ درصد، شوری ۲۰ درصد، دمای بالا ۴۰ درصد، دمای پایین ۱۵ درصد و سایر عوامل ۸ درصد تخمین زده می‌شود (Kafi et al., 2009). تنش شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد گیاه و تولیدات کشاورزی، به‌خصوص در مناطق خشک و

* نگارنده پاسخگو: مهدی دهمرده. پست الکترونیک: dr.dahmardeh @ uoz.ac.ir

نیمه‌خشک، محسوب می‌شود. با توجه به افزایش سطح اراضی شور و کمبود اراضی مطلوب برای کشاورزی، شناسایی گیاهان مرتعی مقاوم به شوری اهمیت زیادی دارد، در بیشتر گونه‌های گیاهی واکنش به تنش شوری در مراحل مختلف رشد متفاوت است (Asadipoor et al., 2015).

پتاسیم از عناصر ضروری گیاهان عالی است و به‌عنوان اسمولیت معدنی عمده، در تنظیم اسمزی و ایجاد فشار تورژسانس محسوب می‌شود، این عنصر در بزرگ شدن یاخته‌ها، رشد گیاه، باز و بسته شدن روزنه‌ها، حرکات برگ و تروپیسم‌ها نقش دارد (Marschner, 1995). پتاسیم در چندین فرایند فیزیولوژیک دیگر مانند فتوسنتز، تخلیه فراورده‌های فتوسنتزی در بافت‌های مخزن، فعالیت آنزیم‌ها، سنتز پروتئین، توازن بار و کاهش جذب یون‌هایی مثل سدیم و آهن در خاک‌های شور و غرقابی نقش دارد (Cakmak, 2002). کود پتاسیم با افزایش معنی‌دار گسترش ریشه، رشد بخش هوایی را افزایش می‌دهد و سبب افزایش ماده خشک می‌شود (Valadabadi et al., 2009). گزارش شده است که کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم بهترین رشد گیاه و بالاترین وزن تر برگ گیاه پیاز را به همراه دارد (El-Bassiony, 2006). در بررسی اثر سطوح مختلف سولفات پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم دانه‌ای تحت تنش خشکی گزارش شده است که تیمار ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم بیشترین تأثیر را بر عملکرد بیولوژیک داشت (Heidari and Asgharpour, 2012). با افزایش میزان پتاسیم، میزان تثبیت دی‌اکسید کربن به دلیل کارکرد مطلوب روزنه‌ها افزایش می‌یابد و درنتیجه میزان فتوسنتز افزایش‌یافته و بدین ترتیب تولید کربوهیدرات در برگ‌ها افزایش می‌یابد و این امر باعث افزایش در وزن خشک برگ می‌شود (Kholdbarin and Islamzadeh, 2005). عملکرد و کیفیت غده سیب‌زمینی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر پتاسیم قرار گرفت و با افزایش مصرف پتاسیم، عملکرد و درصد نشاسته غده افزایش یافت (Hannan et al., 2011).

کوشیا (*Bassia scoparia* (L.) A.J. Scott) گیاهی یک‌ساله و چهار کربنه بوده و منشأ آن اوراسیا است و به دلیل سازگاری مناسب با شرایط محیطی سخت گسترش زیادی در محیط‌های مختلف یافته است (Jami Al-Ahmadi and Kafi, 2008). مطالعات مختلفی که در ارتباط با پتانسیل کوشیا به‌عنوان علوفه انجام گرفته است (Jami Al-Ahmadi and Kafi, 2008) حاکی از توان بالای این گیاه در تولید علوفه مناسب است (Nabati, 2009). کوشیا در مقایسه با شورزیست‌هایی مانند آتریپلکس (*Artiplex dimorphostegi*a) و سیاه شور (*Suaeda arcuate*) دارای پروتئین خام بیشتری است (Riasi et al., 2008). از طرف دیگر این واقعیت وجود دارد که در شرایطی که خاک و آب‌شور می‌باشند تقریباً هیچ محصول زراعی نمی‌تواند رشد کند. بااین‌وجود گیاهان شور دوستی همچون کوشیا می‌توانند به‌عنوان گیاه علوفه‌ای، احیاکننده خاک، سوخت زیستی، زینتی و فضای سبز و تثبیت‌کننده کربن مورداستفاده قرار گیرند (Khan and Ansari, 2008). با توجه به حاصلخیزی ضعیف خاک در منطقه سیستان و همچنین کاهش حجم ورودی آب شیرین به منطقه لزوم استفاده از گیاهان مقاوم به شوری که توانایی رشد در آب‌های شور و لب‌شور را داشته باشند ضروری به نظر می‌رسد. بر این اساس این تحقیق به‌منظور بررسی میزان مقاومت به شوری کوشیا و همچنین تعدیل خسارت شوری با استفاده از کود پتاسیم در منطقه اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل اجرا گردید. پژوهشکده کشاورزی در ۳۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان زابل در موقعیت جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و ارتفاع ۴۹۵ متر از سطح دریا قرار دارد. شهرستان زهک آب‌وهوای بر اساس طبقه‌بندی کوپن جزء اقلیم‌های خشک و گرم با تابستان گرم و خشک و بر اساس طبقه‌بندی آمبرژه جزء مناطق گرم و خشک طبقه‌بندی است. خصوصیات شیمیایی خاک به‌صورت زیر ارائه می‌گردد (جدول ۱).

آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تنش شوری در سه سطح شامل ۱، ۷ و ۱۴ دسی زیمنس متر به‌عنوان عامل اصلی و کود سولفات‌پتاسیم در سه سطح شامل ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان عامل فرعی انتخاب شد. تا زمان استقرار کامل گیاهچه‌ها، آبیاری با آب غیر شور انجام شد و پس‌ازاینکه ارتفاع بوته‌ها به ۱۰ سانتیمتر رسید، تیمارهای مختلف شوری اعمال شد (Nabati et al., 2014).

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1. Physical and chemical properties of soil

بافت خاک Soil texture	شن Sand	سیلت Silt	رس Clay	نیتروژن Nitrogen	سدیم Sodium	پتاسیم Potassium	کلسیم Calcium	EC	pH
	---------- % ----------				----------ppm----------			ds/m	
Sandy loam	65.7	24	10.3	0.015	90.6	160	10.80	1.02	8.4

برای تهیه تیمارهای شوری از آب زهکش که دارای شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر بود ($dS.m^{-1}$) در تانکر ۳۰۰۰۰ لیتری استفاده شد و با اضافه کردن آب چاه نیمه‌ها غلظت‌های موردنظر به دست آمد. تیمارهای مختلف کود سولفات پتاسیم قبل از کاشت به خاک اضافه و توسط دیسک با خاک مخلوط شد. هر کرت آزمایشی ۴ ردیف کشت، فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین ۲ گیاه روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. کاشت به‌صورت دستی و در تاریخ ۲ فروردین سال ۱۳۹۶ به‌صورت خشکه‌کاری انجام و سپس کرت‌ها آبیاری شدند. عملیات داشت شامل تنک کردن در مرحله ۶ برگی و مبارزه با علف‌های هرز دو بار به‌صورت دستی در مراحل اولیه رشد انجام گرفت. آبیاری به‌صورت یک‌بار در هفته انجام شد. برداشت در اواخر تیر ۹۶ در مرحله گلدهی که گیاه دارای نسبت مناسبی از برگ و ساقه است و هنوز ساقه خشبی نشده بود انجام شد. در این تحقیق ویژگی‌های کمی شامل: ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، وزن تر و خشک بوته، وزن برگ، نسبت وزن برگ به ساقه و ویژگی‌های کیفی شامل: قابلیت هضم ماده خشک (DMD)، کربوهیدرات‌های محلول در آب (WSC)، الیاف محلول در شوینده اسیدی (ADF)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، پروتئین خام (CP) و خاکستر (Ash) اندازه‌گیری شد. برداشت کوشیا برای علوفه پایان مرحله غنچه‌دهی و ابتدای مرحله گلدهی انجام شد (Finley and Sherrod, 1971). بعد از حذف اثر حاشیه‌ای، نمونه‌برداری از دو ردیف وسط کرت در سطح یک مترمربع انجام شد. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه، مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۴ درجه سانتی‌گراد در آون خشک گردید. سپس نمونه‌ها آسیاب شده و ۱۰۰ گرم از آن برای اندازه‌گیری ویژگی‌های کیفی علوفه شامل قابلیت هضم‌ماده خشک (DMD)، کربوهیدرات محلول در آب (WSC)، پروتئین خام (CP)، فیبر خام ((CF، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و خاکستر (Ash) با استفاده از دستگاه NIR مدل INFRAMATIC 8620 ساخت کشور سوئد تعیین شد AOAC (Association of Official Analytical Chemists, 1999; Jafari et al., 2003) توضیح داده شده است. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن و در سطح ۵ درصد و رسم نمودارها و جداول با استفاده از نرم‌افزار Excel و Word انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

مطابق با نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲)، اثرات اصلی تنش شوری و کود پتاسیم همچنین برهمکنش آن‌ها در سطح احتمال یک درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود. مقایسه میانگین برهمکنش تیمارها نشان داد در کلیه سطوح شوری، به‌موازات افزایش کود پتاسیم ارتفاع نیز افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع با کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در شرایط شوری ۱ دسی زیمنس بر متر مشاهده گردید (جدول ۳). همچنین نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن بود که کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم در شرایط شوری ۱۴ دسی زیمنس بر متر توانست به‌اندازه تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم و شوری ۷ دسی زیمنس بر متر، افزایش ارتفاع داشته باشد و ازنظر صفت مذکور در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). صالحی و همکاران (Salehi et al., 2009) گزارش کردند که افزایش شوری تا ۳۲ دسی زیمنس بر متر موجب کاهش ۳۰ سانتی‌متری ارتفاع بوته‌های کوشیا شد. به نظر می‌رسد اعمال تدریجی تنش شوری بر گیاه کوشیا موجب سازگاری آن با شرایط تنش می‌شود و ارتفاع در این تیمارها کمتر تحت تأثیر شوری قرار گرفت. در بررسی تأثیر تنش شوری در مراحل مختلف رشدی بر خصوصیات کمی و کیفی علوفه کوشیا، با افزایش سطح شوری (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ دسی زیمنس بر متر) ارتفاع بوته به‌طور معنی‌دار کاهش یافت (Nabati et al.,

2012). با بررسی بر مکانیسم‌های تحمل تنش شوری در گیاهان مشخص گردید که تنش شوری در مراحل ابتدایی باعث ایجاد تنش اسمزی می‌شود که موجب کاهش محتوای آب سلول‌ها گشته و طویل‌شدن آن‌ها را با مشکل روبرو می‌کند و حتی پس از ایجاد تعادل اسمزی و آماس مجدد سلول‌ها، گسترش و طویل‌شدن آن‌ها به‌کندی صورت می‌گیرد (Munn and Tester, 2008). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در شرایط شوری ۱، ۷ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع به ترتیب به میزان ۲۵/۷۱، ۲/۰۷ و ۲۰/۰۶ درصد نسبت به مصرف ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم گردید (جدول ۳).

تعداد شاخه فرعی در گیاه

مطابق با نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲)، اثرات اصلی تنش شوری و کود پتاسیم همچنین برهمکنش آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه فرعی گیاه نشان داد. مقایسه میانگین برهمکنش عوامل موردبررسی نشان داد در کلیه سطوح شوری، به‌موازات افزایش کود پتاسیم وزن خشک نیز افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین وزن تر با کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در شرایط شوری ۱ دسی زیمنس بر متر مشاهده گردید (جدول ۳). با توجه به‌ظاهر مخروطی شکل بوته کوشیا تعداد شاخه‌های جانبی این گیاه بسیار زیاد است وجود تعداد زیاد شاخه‌های جانبی در کوشیا می‌تواند به‌عنوان صفتی برای افزایش درصد برگ و افزایش خوش‌خوراکی این علوفه مطرح باشد. هنگامی‌که غلظت نمک در اطراف ریشه تا آستانه تحمل افزایش می‌یابد سرعت رشد

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات کمی کوشیا تحت تأثیر تنش شوری و سولفات پتاسیم

Table 2. Analysis of variance of quantitative traits in Kochia under the influence of salt stress and potassium sulfate

S.O.V	منبع تغییر	درجه آزادی df	نسبت وزن برگ به ساقه Leaf/ Stem Ratio	وزن خشک ساقه stem dry weight	وزن خشک برگ leaf dry weight
Replication	تکرار	2	0.013 ^{ns}	110.05 ^{ns}	47.53 ^{ns}
Salt stress (A)	تنش شوری	2	0.006 ^{ns}	2347.37**	1939.56**
Error a	خطای اصلی	4	0.007	28.63	15.16
fertilizer	کود	2	0.003 ^{ns}	345.21**	350.37**
A*B	کود*تنش	4	0.0005^{ns}	22.90**	13.16*
Error b	خطای فرعی	12	0.001	2.79	3.05
C.V%	ضریب‌تغییرات	-	4.33	2.88	3.62

جدول ۲. ادامه

Table 2. Continued

S.O.V	منبع تغییر	درجه آزادی df	وزن خشک بوته plant dry weight	وزن تر بوته plant wet weight	تعداد شاخه فرعی No. lateral branch	ارتفاع‌بوته High plant
Replication	تکرار	2	232.12 ^{ns}	1838.48 ^{ns}	218.05*	31.21^{ns}
Salt stress (A)	تنش شوری	2	8570.65**	23389.7**	1984.83**	2135.29**
Error a	خطای اصلی	4	56.08	647.84	26.19	10.56
fertilizer	کود	2	1377.44**	8253.47**	576.21**	783.48**
A*B	کود*تنش	4	63.97**	736.71*	28.43**	81.47**
Error b	خطای فرعی	12	6.42	152.16	5.03	10.35
C.V%	ضریب‌تغییرات	-	2.39	4.46	3.22	4.98

^{ns}، * و ** به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است

^{ns}, * and ** are non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و سولفات پتاسیم بر صفات کمی کوشیا

Table 3. Comparison of means in the interactions between salinity and potassium sulfate on kochia quantitative traits

شوری Saline	سولفات پتاسیم K_2SO_4	نسبت وزن برگ به ساقه Leaf/ Stem Ratio	وزن خشک ساقه stem dry weight	وزن خشک برگ leaf dry weight	وزن خشک بوته plant dry weight	تعداد شاخه وزن تر بوته plant wet weight	تعداد شاخه فرعی No. lateral branch	ارتفاع بوته High plant
$ds.m^{-1}$	$kg.ha^{-1}$		----------$kg.ha^{-1}$----------					cm
1	100	0.82^{abc}	67.90^{b}	55.70^{b}	123.26^{b}	296.97^{bc}	76.20^{c}	71.80^{bc}
	200	0.88^{a}	74.66^{a}	65.86^{a}	140.40^{a}	318.83^{b}	82.80^{b}	77.40^{b}
	300	0.86^{ab}	$76.^{03a}$	65.83^{a}	141.76^{a}	368.47^{a}	95.13^{a}	90.26^{a}
7	100	0.80^{bc}	55.10^{d}	43.60^{d}	98.66^{d}	259.95^{de}	69.93^{e}	59.66^{ef}
	200	0.81^{bc}	60.80^{c}	49.10^{c}	109.86^{c}	278.73^{cd}	69.20^{d}	64.86^{de}
	300	0.82^{abc}	65.26^{b}	53.96^{b}	118.82^{b}	296.67^{bc}	74.26^{c}	70.33^{cd}
14	100	0.78^{c}	30.93^{g}	24.33^{g}	55.06^{g}	180.50^{f}	44.46^{g}	33.13^{g}
	200	0.82^{abc}	42.33^{f}	35.03^{f}	77.13^{f}	239.13^{e}	57.40^{f}	54.13^{f}
	300	0.81^{bc}	49.23^{e}	40.03^{e}	88.80^{e}	253.93^{e}	63.20^{e}	59.80^{ef}
	LSD	*0.06*	*2.97*	*3.11*	*4.50*	*21.95*	*3.99*	*5.72*

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means within each column of each section followed by the same letter are not significantly different at P< 0.05 by Duncan's multiple range test

گیاه کاهش می‌یابد درنتیجه توسعه شاخه‌های فرعی کند یا متوقف‌شده و همچنین از ظهور شاخه‌های فرعی جدید ممانعت می‌شود (Ashraf, 2004; Munns and Tester, 2008). صالحی و همکاران (Salehi et al., 2009) گزارش کردند که با افزایش شوری تعداد شاخه‌های فرعی کاهش می‌یابد.

وزن تر بوته

مطابق با نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲)، اثرات اصلی تنش شوری و کود پتاسیم همچنین برهمکنش آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر وزن تر گیاه نشان داد. مقایسه میانگین برهمکنش عوامل موردبررسی نشان داد در کلیه سطوح شوری، به‌موازات افزایش کود پتاسیم وزن تر نیز افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین وزن تر با کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در شرایط شوری ۱ دسی زیمنس بر متر مشاهده گردید (جدول ۳). همچنین نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن بود که کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم در شرایط شوری ۷ دسی زیمنس بر متر توانست به‌اندازه تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم و شوری ۱ دسی زیمنس بر متر، علوفه تر تولید کند و ازنظر صفت مذکور در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). عمده مشکل شوری برای گیاهان عالی در اثر مقادیر بیش‌ازحد کلرید سدیم ایجاد فشار اسمزی، اختلال در جذب و انتقال یون‌های غذایی و اثرات سمیت مستقیم روی غشاء و سیستم‌های آنزیمی است که در کل موجب کاهش تولید در گیاه می‌گردند (Munns and Tester, 2008) عملکرد در آب‌هایی با هدایت الکتریکی بالاتر ممکن است به دلیل استفاده بیشتر گیاه از یون‌ها در تنظیم اسمزی افزایش نسبت به آبیاری با آب‌های دارای هدایت الکتریکی کمتر باشد (Munns, 2002).

وزن خشک بوته

مطابق با نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲)، اثرات اصلی تنش شوری و کود پتاسیم همچنین برهمکنش آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک گیاه نشان داد. مقایسه میانگین برهمکنش عوامل موردبررسی نشان داد در کلیه سطوح شوری، به‌موازات افزایش کود پتاسیم وزن خشک نیز افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک با کاربرد ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در شرایط شوری ۱ دسی زیمنس بر متر مشاهده گردید که ازنظر معنی‌داری در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). همچنین نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن بود که کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم در شرایط شوری ۷ دسی زیمنس بر متر توانست به‌اندازه تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم و شوری ۱ دسی زیمنس بر متر، ماده خشک تولید کند و ازنظر صفت مذکور

در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). علت این امر را از یک‌سو می‌توان به اثرات مثبت پتاسیم در تقلیل اثرات سوء ناشی از شوری نسبت داد و از سوی دیگر با توجه به مقاوم بودن گیاه کوشیا به شوری، نتیجه به‌دست‌آمده به‌دوراز انتظار نیست. در راستای نتایج پژوهش حاضر، در پژوهش نباتی و همکاران (Nabati et al., 2011) بر گیاه کوشیا، نتایج نشان داد افزایش میزان تنش شوری از ۵/۲ به ۲۳/۱ دسی زیمنس بر متر اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، عملکرد علوفه خشک، درصد ماده خشک، درصد ساقه، عملکرد ماده خشک ساقه، درصد برگ نداشت. همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد در شوری‌های بالاتر، تأثیر کود پتاسیم در تعدیل اثرات شوری و افزایش ماده خشک بیشتر بود به‌طوری‌که کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در شرایط شوری ۱، ۷ و ۱۴ دسی زیمنس بر متر باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک به ترتیب به میزان ۱۵/۰، ۲۰/۴ و ۶۱/۲ درصد نسبت به مصرف ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم گردید (جدول ۳). جلالی و جعفری (Jalali and Jafari, 2012) اظهار داشتند در شرایط تنش شوری، استفاده بیشتر از کود پتاسیم می‌تواند اثرات مضر شوری را کاهش دهد و عملکرد هندوانه را بهبود بخشد. کافی و همکاران (Kafi et al., 2012) اظهار داشتند کاربرد کلسیم همراه با پتاسیم موجب کاهش اثر تنش شوری و بهبود میزان تولید ماده خشک کوشیا در این شرایط می‌شود. پتاسیم علاوه بر تنظیم اسمزی، تنظیم عملکرد روزنه‌ها در چندین فرایند فیزیولوژیک دیگر مانند فتوسنتز، تخلیه فرآورده‌های فتوسنتزی در بافت‌های مخزن، فعالیت آنزیم‌ها، سنتز پروتئین، توازن بار و کاهش جذب یون‌هایی مثل سدیم و آهن در خاک‌های شور و غرقابی نقش دارد (Cakmak, 2005). کمترین وزن خشک (به میزان ۵۵/۰۶ گرم)، با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در شرایط شوری ۱۴ دسی زیمنس بر متر به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با کلیه تیمارها نشان داد (جدول ۳). نتایج مشابهی مبنی بر تأثیر مثبت کاربرد کود پتاسیم بر کاهش اثرات منفی شوری در سایر گیاهان زراعی مثل لوبیا (Benlloch et al., 1994)، ذرت (Botella et al., 1997)، پنبه (Jabeen and Ahmad, 2009) گزارش شده است. جلالی (Jalali, 2014) اظهار داشت محلول‌پاشی پتاسیم در شرایط تنش شوری می‌تواند رویکردی در جهت تعدیل اثرات شوری محسوب شود. اثر پتاسیم بر رشد به این دلیل است که این عنصر در ساخت مواد هیدروکربنی در گیاه نقش دارد و کمبود پتاسیم در گیاه با کاهش فتوسنتز و افزایش تنفس گیاه همراه است، کم شدن مواد هیدروکربنی گیاه در اثر تغییرات فتوسنتز و تنفس سبب کاهش تجمع ماده خشک در گیاه می‌شود (Tabatabai, 2009). در شرایط تنش شوری کاهش ماده خشک به سبب کاهش سطح برگ گیاه، کاهش میزان فتوسنتز رخ می‌دهد. نتایج به‌دست‌آمده با نتایج برخی از محققین دیگر مطابقت دارد (Ashraf and Foolad, 2005; Munnes and James, 2003).

وزن خشک برگ

بر اساس نتایج، اثرات اصلی و فرعی موردبررسی در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد بر وزن برگ تأثیر معنی‌داری را داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش عوامل موردبررسی نشان داد در کلیه سطوح شوری، به‌موازات افزایش کود پتاسیم وزن خشک نیز افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک با کاربرد ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در شرایط شوری ۱ دسی زیمنس بر متر مشاهده گردید که ازنظر معنی¬داری در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). همچنین نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن بود که کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم در شرایط شوری ۷ دسی زیمنس بر متر توانست به‌اندازه تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم و شوری ۱ دسی زیمنس بر متر، برگ تولید کند و ازنظر صفت مذکور در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). با افزایش میزان پتاسیم، میزان تثبیت دی‌اکسید کربن به دلیل کارکرد مطلوب روزنه‌ها افزایش می‌یابد و درنتیجه میزان فتوسنتز افزایش‌یافته و بدین ترتیب تولید کربوهیدرات در برگ‌ها افزایش می‌یابد و این امر باعث افزایش در وزن خشک برگ می‌شود (Khaladbarin and Eslamzadeh, 2005). کمترین وزن خشک (به میزان ۲۴,۳۳ گرم)، با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در شرایط شوری ۱۴ دسی زیمنس بر متر به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با کلیه تیمار شاهد نشان داد (جدول ۳). کافی و همکاران (Kafi et al., 2010) با بررسی دو توده کوشیا در شرایط آبیاری با آب‌شور گزارش کردند که توده سبزوار نسبت به توده هندی عملکرد قابل‌توجه بالاتری در شرایط تنش شوری دارد. همچنین آن‌ها گزارش کردند که مقدار برگ تولیدی در کوشیا در سطوح شوری بین ۵ تا ۲۰ دسی‌زیمنس حدود ۳ تا ۳/۵ تن در هکتار است.

وزن خشک ساقه

مطابق با نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲)، اثرات اصلی تنش شوری و کود پتاسیم همچنین برهمکنش آن‌ها تأثیر بسیار معنی‌داری بر وزن خشک ساقه گیاه نشان داد. با افزایش سطح شوری، کاهش معنی‌داری در وزن خشک ساقه در همه تیمارها نسبت به تیمار شاهد وجود داشت. مقایسه میانگین بین صفات نشان داد که تنش شوری (۱ دسی‌زیمنس بر متر) با داشتن ۷۲/۸۶ بیشترین و سطح شوری (۱۴ دسی‌زیمنس بر متر) با داشتن ۴۰/۸۳ کمترین مقادیر را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). همچنین اثرات متقابل تنش شوری و سولفات پتاسیم نشان داد در کلیه سطوح شوری به‌موازات افزایش کود پتاسیم وزن ساقه نیز افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک با کاربرد ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در شرایط شوری ۱ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده گردید که ازنظر معنی‌داری در یک گروه آماری قرار گرفتند همچنین نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن بود که کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم در شرایط شوری ۷ دسی زیمنس بر متر توانست به‌اندازه تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم و شوری ۱ دسی زیمنس بر متر، ساقه تولید کند و ازنظر صفت مذکور در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳).

نسبت وزن برگ به ساقه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نسبت وزن برگ به ساقه تحت تأثیر تنش شوری و پتاسیم معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین بین صفات نشان داد که تنش شوری (۱ دسی‌زیمنس بر متر) با داشتن ۰/۸۵ بیشترین و سطح شوری (۱۴ دسی‌زیمنس بر متر) با داشتن ۰/۸۱ کمترین مقادیر را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). بالا بودن نسبت برگ به ساقه از صفات مطلوب در ارزیابی خصوصیات گیاهان علوفه‌ای به لحاظ کیفیت بهتر برگ به نسبت به ساقه است (Nabati, 2004). طبق پژوهش‌های انجام‌شده بهترین زمان برداشت کوشیا جهت علوفه مرحله گل‌دهی کامل است زیرا در این نسبت برگ به ساقه در این مرحله در بیشترین مقدار خود بوده و عملکرد قابل‌توجهی نیز تولید می‌شود، از این مرحله به بعد کاهش نسبت برگ به ساقه و همچنین خشبی شدن ساقه‌ها موجب کاهش کیفیت علوفه می‌گردد (Kafi et al., 2010). نتایج تحقیقات بر روی کوشیا در شرایط آبیاری با آب‌شور نشان داد که در مرحله گرده‌افشانی نسبت برگ به ساقه یک تا ۱/۰۵ متر متغیر است که این بیانگر عملکرد بالای برگ در این گیاه است (Soleimani et al., 2008). مطالعه آنالیزهای رشدی کوشیا تحت شرایط تنش شوری نشان داد که کاهش وزن خشک ساقه نسبت به برگ در سطوح بالای تنش شوری (۳۵ دسی‌زیمنس بر متر) بیشتر است (Salehi et al., 2009). با پیشرفت رشد و افزایش رسیدگی گیاه، میزان برگ کاهش‌یافته و درصد وزن ساقه افزایش می‌یابد که این امر منجر به کاهش نسبت برگ به ساقه از ۱/۲ قبل از گلدهی به ۰/۴ در انتهای فصل رشد می‌گردد (Madrid et al., 1996).

ویژگی‌های کیفی موردبررسی

قابلیت هضم ماده خشک (DMD)

مطابق با نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴)، اثرات تنش شوری و کود پتاسیم، همچنین برهمکنش آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم ماده خشک گیاه نشان نداد. قابلیت هضم ماده خشک علوفه‌ای بین ۸۵ تا ۹۵ درصد است، این عدد در یونجه حدود ۷۰ درصد است (Hall and Jerry, 2000). ماده خشک قابل‌هضم اغلب نماینده انرژی قابل‌هضم است و ارتباط مستقیم با میزان انرژی و دیگر مواد مغذی قابل دریافت توسط دام دارد (Tilley and Terry, 1963). ارزانی و همکاران (Arzani et al., 1999) قابلیت هضم ماده خشک را برای تعیین کیفیت علوفه موردتوجه قراردادند و گزارش کردند که قابلیت هضم ماده خشک ۵۰ درصد برای دام در حالت نگهداری، کافی است. عدم تأثیر شوری بر قابلیت هضم ماده خشک کل علوفه کوشیا توسط فوهرینگ و همکاران (Fuehring et al., 1985) گزارش شده است. نکته قابل‌توجه، میزان بالای قابلیت هضم کل اندام هوایی کوشیا در مقایسه با سایر گیاهان علوفه‌ای است که می‌توان از آن به‌عنوان یک پتانسیل جهت تولید علوفه استفاده کرد، بااین‌وجود بایست به سایر جوانب ضد کیفیت مانند اگزالات و تانن بالا و پایین بودن خوش‌خوراکی آن بخصوص با افزایش سن گیاه نیز توجه کرد (Arzani et al., 1999). در یک تحقیق مشخص گردید که علت کاهش درصد ماده خشک قابل‌هضم گیاه در سطوح شوری این است که با افزایش سطوح شوری، سطح برگ گیاه کاهش درنتیجه گیاه فتوسنتز کمتری خواهد داشت و ازآنجایی‌که ماده خشک گیاه به دو جزء مواد غیر آلی و آلی تقسیم می‌شود، باعث کاهش ساخته‌شدن

کربوهیدرات، چربی، پروتئین و اسیدهای آلی شده و درنتیجه ماده خشک قابل‌هضم گیاه کاهش می‌یابد.

کربوهیدرات‌های محلول در آب (WSC)

مطابق با نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴)، اثرات اصلی تنش شوری و کود پتاسیم و برهمکنش آن‌ها بر کربوهیدرات-های محلول در آب گیاه (WSC) معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین بین صفات نشان داد که تنش شوری (۱ دسی‌زیمنس بر متر) با داشتن ۱۱/۹۴ درصد بیشترین و سطح شوری (۱۴ دسی‌زیمنس بر متر) با داشتن ۱۱/۷۴ درصد کمترین مقادیر را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). کربوهیدرات‌های محلول در آب نه‌تنها نقش مهمی در افزایش کیفیت علوفه دارند. بلکه تأثیر بسزایی در مقاومت به سرما و مقاومت به چرای دام دارند لذا از آن‌ها به‌عنوان مهم‌ترین صفت کیفی بعد از قابلیت هضم نامبرده می‌شود (Humphreys, 1999). این ترکیبات همچنین از اصولی‌ترین ذخایر غذایی گیاه بوده که نقش مهمی در انتقال و ذخیره انرژی و نیز حفظ پیکره گیاهی دارند (Moore and Hatfffield,1994). کربوهیدرات‌های غیر الیافی شامل نشاسته و پکتین و قندهای محلول می‌باشند و مقدار آن در جیره‌هایی با نسبت علوفه به کنسانتره ۴۰ به ۶۰ درصد می‌تواند تا ۴۰ درصد هم افزایش یابد (Grant and Kononoff, 2007).

جدول ۴. تجزیه واریانس صفات کیفی کوشیا تحت تأثیر تنش شوری و سولفات پتاسیم

Table 4. Analysis of variance of qualitative traits in Kochia under the influence of salt stress and potassium sulfate

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	فیبر خام CF	خاکستر As	الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF	کربوهیدراتهای محلول در آب WSC	ماده خشک قابل هضم DMD	پروتئین خام CP
تکرار Replication	2	9.93 ns	1.25*	25.87 ns	6.25 ns	1.50 ns	6.12*	7.29 ns
تنش شوری salt stress (A)	2	0.99 ns	0.16 ns	0.61 ns	0.69 ns	0.10 ns	0.53 ns	0.31 ns
خطای اصلی Error a	4	1.11	0.07	17.66	1.84	0.22	0.71	4.06
کود Fertilizer	2	1.14 ns	0.03 ns	0.27 ns	1.99 ns	1.26 ns	1.43 ns	0.84 ns
کود* تنش A*B	4	1.17 ns	0.09 ns	11.83 ns	1.24 ns	0.94 ns	1.48 ns	1.44 ns
خطای فرعی Error b	12	0.78	0.15	12.77	3.50	0.69	2.42	2.65
ضریب تغییرات C.V (%)	-	2.55	4.49	5.29	3.08	7.04	3.93	13.05

*و ** به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns عدم معنی‌داری است.

ns, * and ** are non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

در تحقیق اثر تنش شوری در مراحل مختلف رشد بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و فعالیت آنتی‌اکسیدانت‌ها در کوشیا (*Bassia scoparia* (L.) A.J. Scott) با افزایش شوری غلظت کربوهیدرات‌ها کاهش یافت (Nabati et al., 2004). دلیل این امر را می‌توان افزایش نیاز به انرژی در تنش‌های شدید ذکر کرد، زیرا رشد یا زنده ماندن در خاک-های شور همراه با تحمل بعضی از هزینه‌ها ازجمله هزینه ممانعت از ورود نمک، جایگذاری داخل سلولی، راندن نمک به غده‌ها و کیسه‌های نمکی و سنتز مواد محلول آلی است (Munns et al., 2006) و احتمالاً کربوهیدرات‌ها جهت تأمین انرژی موردنیاز این فعالیت‌ها مصرف می‌شوند.

الیاف محلول در شوینده اسیدی (ADF)

مطابق با نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴)، اثرات اصلی تنش شوری و کود پتاسیم و برهمکنش آن‌ها تأثیر معنی‌داری (سطح احتمال یک درصد) بر الیاف محلول در شوینده اسیدی

(ADF) گیاه نشان نداد. مقایسه میانگین بین صفات نشان داد که تنش شوری (۱ دسی‌زیمنس بر متر) با داشتن ۶۱/۰۲ درصد بیشترین و سطح شوری (۱۴ دسی‌زیمنس بر متر) با داشتن ۶۰/۴۸ درصد کمترین مقادیر را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی تحت تأثیر شرایط محیطی و اکولوژیک قرار می‌گیرد و معرف مقادیر لیگنین و سلولز گیاه بوده که با افزایش لیگنین هضم‌پذیری کاهش می‌یابد (Arzani et al., 1999).

الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)

مطابق با نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴)، اثرات اصلی تنش شوری و کود پتاسیم و برهمکنش آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر الیاف نامحلول در شوینده خنثی گیاه نشان نداد. NDF شامل لیگنین، سلولز و همی سلولز است و شاخصی برای بیان میزان دیواره سلولی گیاه و نیز عامل مهمی برای تعیین میزان خوردن دام است (Buxton and Fales, 1991) NDFرابطه معکوسی با قابلیت هضم مواد خوراکی دارد و غلظت دیواره سلولی را نشان می‌دهد (Mc Donald, 1995). هر چه مقدار NDF بیشتر باشد، پتانسیل خوردن علوفه توسط دام کاهش می‌یابد. لذا هر چه مقدار NDF کمتر باشد علوفه کیفیت بهتری دارد زیرا با کاهش آن، دام علوفه بیشتری خواهد خورد (Fisher and Burns, 1987).

جدول ۵. مقایسه میانگین اثرات اصلی تنش شوری و سولفات پتاسیم بر صفات کیفی

Table 5. Comparison of means in the interactions between salinity and potassium sulfate on Kochia qualitative traits

Treatment	تیمار	فیبر خام CF	خاکستر Ash	الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF	کربوهیدراتهای محلول در آب WSC	ماده خشک قابل هضم DMD	پروتئین خام CP
تنش شوری	**Salt stress** ($ds.m^{-1}$)							
1		34.97 [a]	8.77 [a]	67.76 [a]	61.02 [a]	11.94 [a]	39.77 [a]	12.69 [a]
7		34.59 [a]	8.71 [a]	67.53 [a]	60.64 [a]	11.90 [a]	39.47 [a]	12.42 [a]
14		34.30 [a]	8.69 [a]	67.24 [a]	60.48 [a]	11.74 [a]	39.29 [a]	12.34 [a]
LSD 5%		*1.38*	*0.36*	*5.50*	*1.77*	*0.62*	*1.10*	*2.63*
سولفات پتاسیم	**K_2SO_4** ($kg.ha^{-1}$)							
100		34.77 [a]	8.80 [a]	67.57 [a]	60.48 [a]	11.46 [a]	39.71 [a]	12.16 [a]
200		34.88 [a]	8.71 [a]	67.65 [a]	60.41 [a]	11.92 [a]	39.74 [a]	12.77 [a]
300		34.21 [a]	8.67 [a]	67.32 [a]	61.26 [a]	12.20 [a]	39.05 [a]	12.52 [a]
LSD 5%		*0.90*	*0.40*	*3.67*	*1.92*	*0.85*	*1.59*	*1.67*

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند
Means within each column of each section followed by the same letter are not significantly different at P< 0.05 by Duncan's multiple range test.

پروتئین خام (CP)

مطابق با نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴)، اثرات اصلی تنش شوری و کود پتاسیم همچنین برهمکنش آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر درصد پروتئین خام گیاه نشان نداد. مقایسه میانگین بین صفات نشان داد که تنش شوری (۱ دسی‌زیمنس بر متر) با داشتن ۱۲/۶۹ درصد بیشترین و سطح شوری (۱۴ دسی‌زیمنس بر متر) با داشتن ۱۲/۳۴ درصد کمترین مقادیر را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). تنش شوری تأثیر زیادی بر متابولیسم نیتروژن در گیاهان دارد، که اثر مستقیم آن روی سرعت سنتز اسید نوکلئیک و پروتئین‌ها است (Strogonov, 1973). در طی تنش شدید یا طولانی شوری، ممکن است سنتز پروتئین در برگ‌ها کاهش یابد و تجزیه پروتئین خالص از طریق پروتئولیز پروتئین‌های ذخیره‌شده اتفاق افتد (Marschner, 1995). معمولاً پروتئین یکی از صفات مهمی است که ارزش غذایی علوفه را تعیین می‌کند. گزارش‌هایی درباره جلوگیری و سنتز ناقص پروتئین ناشی از کاهش رشد

گیاه و عملکرد تحت شرایط تنش شوری گردیده است (Tabar Ahmadi and Babaeian Jelodar, 2002).

خاکستر (Ash)

مطابق با نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴)، اثرات اصلی تنش شوری و کود پتاسیم و برهمکنش آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر درصد خاکستر گیاه نشان نداد. مقایسه میانگین بین صفات نشان داد که تنش شوری (۱ دسی‌زیمنس بر متر) با داشتن ۸/۷۷ بیشترین و سطح شوری (۱۴ دسی‌زیمنس بر متر) با داشتن ۸/۶۹ کمترین مقادیر را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). محتوی خاکستر علوفه، شامل مواد معدنی است. مواد معدنی برای ساخت ویتامین‌ها، تولید هورمون‌ها، فعالیت آنزیم‌ها، ساخت بافت و بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک که بستگی به رشد، سلامتی و تولید دارد، موردنیاز می‌باشد (Greene et al., 1998). علت کاهش درصد خاکستر، همراه با افزایش سطوح تنش شوری این است که شوری باعث کاهش رشد قسمت‌های رویشی و ریشه شده و هرچه ریشه گیاه، گسترش کمتری داشته باشد، جذب مواد معدنی نیز کمتر خواهد شد و گیاه علاوه بر کاهش تولید مواد آلی مقدار کمتری نیز مواد معدنی را در خود نگه می‌دارد. همچنین بیشترین درصد خاکستر مربوط به تیمار شاهد بود. هرچه ریشه گستردگی بیشتری داشته باشد، جذب مواد معدنی بیشتر خواهد بود (Klydri et al., 2007). میزان خاکستر در علوفه کوشیا در مقایسه با یونجه نشان داد که کوشیا ۱/۴۲ برابر خاکستر بیشتری دارد (Danesh Mesgaran and Stern, 2005).

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج حاصل از بررسی تأثیر تنش شوری و سطوح مختلف پتاسیم بر خصوصیات کمی کوشیا نشان داد که تمامی صفات کمی اندازه‌گیری شده کاملاً تحت تأثیر تنش شوری قرارگرفته و به‌طور محسوسی کاهش یافتند. بیشترین عملکرد علوفه مربوط به آبیاری با شوری ۱ دسی زیمنس بر متر و کمترین مربوط به آبیاری با شوری ۱۴ دسی زیمنس بر متر بود. با توجه به کمبود آب شیرین و شور بودن خاک‌های منطقه که یکی از موانع جدی در تولیدات کشاورزی منطقه است، با صرفه‌جویی در مصرف آب شیرین و استفاده از منابع آب جایگزین (آب‌های شور) که ارزش اقتصادی چندانی ندارند می‌توان اقدام به کشت گیاه کوشیا کرد. همچنین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده مشخص گردید که کیفیت کوشیا تحت تأثیر سطوح مختلف شوری تغییر زیادی نشان نداد به نظر می‌رسد شوری بیشتر بر صفات کمی گیاه مؤثر بود و بر کاهش کیفیت علوفه تأثیر زیادی نداشت.

منابع

Arzani, H., Nikkhah, A., Arzani, Z., 1999. Forage quality study. Report of the Research Project on Determination of Economic Size and Basic Units of Rangelands. Forest and Rangeland Research Institute, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. [In Persian]

Asadipoor, N., Sepehry, A., Hossaini, S.A., 2015. Effects of different levels of salinization on growth indices of three annual medics. Environmental Stresses in Crop Sciences. 7, 207-216. [In Persian with English summary].

Ashraf, M. 2004. Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. Flora-Morphology Distribution Functional Ecology of Plants. 199, 361-376.

Benlloch, M., Ojeda, M.A., Ramos. J., Rodriguez-Navarro, A., 1994. Salt sensitivity and low discrimination between potassium and sodium in bean plants. Plant and Soil. 166, 117-123.

Botella, M.A., Martinez, V., Pardine, J., Cerda A., 1997. Salinity induced potassium deficiency in maize plants. Journal of Plant Physiology. 150, 200-205.

Boyer, J.S., 1982. Plant productivity and environment. Science. 218, 443-448.

Buxton, D.R., Fales, M.R., 1991. Digestibility of structural carbohydrates in cool season grass and Legume forages. Crop Science. 31, 1338-1345.

Cakmak, I., 2002. Plant nutrition research: Priorities to meet human needs for food in sustainable ways. Journal of Plant and Soil. 247, 3-24.

Cakmak, I., 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic

stresses in plants. Journal of Plant Nutrition. 168, 521-530.

Danesh Mesgaran, M., 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.

El-Bassiony, A.M., 2006. Effect of potassium fertilization on growth, yield and quality of onion plants. Journal of Applied Sciences Research. 2, 780-785.

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

Fisher, D.S., Burns, J.C., 1987. Quality analysis of summer-annual forages. II. Effects of forage carbohydrate constituents on silage fermentation. Agronomy Journal. 79, 242-248.

Fuehring, H.D., Finkner, R.E., Oty, C.W., 1985. Yield and composition of kochia forage as affected by salinity of water and percent leaching. [on line]. http://wrri.nmsu.edu/publish/techrpt/abstracts/abs199.html.[4jun 2005].

Grant, R., Kononoff, P.J., 2007. Feeding it maximize milk protein and fat yield. Neb Guide. University of Nebaraska, Lincolne. P: 12-17.

Greene, W.L., Johnson, A.B., Paterson, J., Ansotegui, R., 1998. Role of Trace Minerals in Cow-Calf Cycle Examined. Feeds Stuffs. Berlin, Germany.

Hall, M.H., Jerry, J., 2000. Use of brassica crops to extend the grazing season. The Pennsylvania State University, USA.

Hannan, A., Arif, M., Ranjha, A.M., Abid, A., Fan, X.H., Li, Y.C., 2011. Using soil potassium adsorption and yield response models to determine potassium fertilizer rates for potato crop on a calcareous soil in Pakistan. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 42, 645-655.

Heidari, M., Asgharpour, M.R., 2012. Effect of different levels of potassium sulfate on yield and yield components of grain sorghum (*Sorghum bicolor*) under drought stress. Iranian Journal of Field Crop Research. 10, 374 - 381. [In Persian with English summary].

Humphreys, M.O., 1999. Water soluble carbihydradrates in perennial ryegrass breeding. Grass Forage Science. 44, 423-430.

Jabeen, R., Ahmad, R., 2009. Alleviation of adverse effects of salt stress by foliar application of sodium antagonistic essential minerals on cotton. Pakistan Journal of Botany. 41, 2199-2208.

Jafari, A.A., Connolly, V., Frolich, A., Walsh, E.K., 2003. A note on estimation of quality in perennial regress by near infrared spectroscopy. Trish Journal of Agricultural and food Research. 42, 293-299.

Jalali, A.H., 2014. Potassium Application Management for Potato Farming in Soil and Water Salinity Condition. Journal of Land Management. 2, 1-16.

Jalali, A.H., Jafari, P., 2012. Effect of potassium fertilizer on yield of three cultivars of watermelon under salt stress conditions. Journal of Crop Improvement. 14, 31-41. [In Persian with English summary].

Jami Al-Ahmadi, M., Kafi, M., 2008. Kochia (*Kochia scoparia* L.): To be or not to be? In: Kafi, M., Khan M.A. (Eds.), Crop and Forage Production using Saline Waters, NAM S&T Centre. Daya Publisher, New Delhi.

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. Agricalture Water Management. 97, 139-147.

Kafi, M., Borzoei, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masomi, A., Nabati, J., 2009. Physiology of Environmental Stresses in Plants. Mashhad University Jihad. 502P. [In Persian].

Kafi, M., Nabati, J., Zare Mehrjerdi, M., Goldani, M., Khaninejad, S., Keshmiri, E., Norooziyan, A., 2012. Effect of calcium and potassium on amelioration of negative effects of salinity on some physiological characteristics Kochia (*Kochia scoparia*). Environmental Stresses in Crop Sciences. 5, 181-192. [In Persian with English summary].

Khaladbarin, B., Eslamzadeh, T., 2005. Organic Nutrition (translated). Volume I, Shiraz University Press. [In Persian].

Khan M.A., Ansari R., 2008. Potential use of halophytes with emphasis on fodder production in coastal areas of Pakistan. In: Abdelly C., Öztürk, M., Ashraf, M., Grignon, C. (eds.),

Biosaline Agriculture and High Salinity Tolerance. Birkhäuser Basel. https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8554-5_15

Klydri, A.R., Mousavi Nick, S.M., Beheshti, A.R., Safayie, M., 2007. Assessment of crop growth rate, morphological characteristics, and performance physiological and forage sorghum cultivars in Mashhad region. Journal of Agricultural Sciences. 1, 37-52. [In Persian with English summary].

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

Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. Limited, London. Second Edition. 861 p.

MC Donald, P., Edwards, R.A., Greanhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., 1995. Animal Nutrition. Addison Wesley Longman, Inc., U.K., ISE reprint. 607p.

Moore, K.J., Hatfield, R.D. 1994. Carbohydrates and Forage Quality. In: Fahey, G.C. (ed.), Forage Quality, Evaluation, and Utilization, https://doi.org/10.2134/1994.foragequality.c6

Munns R., James, R.A., Lauchli, A., 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany. 57, 1025–1043.

Munns, R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell & Environment. 25, 239-250.

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

Nabati, J., 2004. Effect of irrigation intervals on quantitative and qualitative traits of millet, sorghum and maize plants. Master's thesis, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran [In Persian].

Nabati, J., 2009. Effect of salinity on physiological characteristics and qualitative and quantitative traits of forage Kochia (*Kochia scoparia*). PhD Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran [In Persian].

Nabati, J., Kafi, M., Nezami, A., Rezvani Moghaddam, P., Masoumi, A., Zare Mehrjerdi, M., 2011. Effect of salinity on yield, yield components and morphological characteristics of Kochia (*Kochia scoparia* L. Schrad). Iranian Journal of Field Crop Science. 2, 735-743. [In Persian with English Summary].

Nabati, J., Kafi, M., Nezami, A., Rezvani Moghaddam, P., Masoumi, A., Zare Mehrjerdi, M., 2012. Effect of salinity on morphological characteristics, yield and yield components of Kochia (*Kochia scoparia* L.) Iranian Journal of Field Crop Research. 42, 735-743.

Nabati, J., Kafi, M., Nezami, A., Rezvani Moghaddam, P., Masoumi, A., Zare Mehrjerdi, M., 2012. Evaluation of quantitative and qualitative characteristic of forage kochia in different growth under salinity stress. Electronic Journal of Crop Production. 5, 111-128. . [In Persian with English summary].

Nabati, J., Kafi, M., Nezami, A., Rezvani Moghaddam, P., Masoumi, A., Zare Mehrgerdi, M., 2014. Evaluation of some physiological characteristics and antioxidants activity in kochia (*Kochia scoparia*) in different of salinity levels and growth stages. Iranian Journal of Field Crops Research. 12, 17-26.

Riasi, A., Danesh Mesgaran, M., Stern, M.D., 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. Animal Feed Science Technology. 141, 209-219.

Salehi, M., Kafi, M., Kiani, A., 2009. Growth analysis of kochia (*Kochia scoparia* L. schrad) irrigated with saline water in summer cropping. Pakestanian Journal of Botany. 41, 1861-1870.

Soleimani, M.R., Kafi, M., Ziaee, M., Shabahang, J., 2008. Effect of limited irrigation with saline water on forage of two local populations of *Kochia scoparia* L. Schrad. Agriculture Science and Technology Journal water and soil. 22, 307-317. [In Persian with English summary].

Strogonov, B. P., 1973. Salt tolerance in isolated tissues and cells. Structure and function of plant cells in saline habitats: new trends in the study of salt tolerance. In: Gollek, B. (ed.), Israel Programme for Scientific Translations, Jerusalem, 1-33.

Tabar Ahmadi, K.Z., Babaeian Jelodar, N.A., 2002. Plant growth at saline and wasteland soils. Mazandaran University Press. 407p. [In Persian].

Tabatabai, S.J., 2009. Principles mineral nutrition of plants. First edition. Publications of Tabriz. [In Persian].

Tilley, J.M.A., Terry, R.A., 1963. A two- stage technique for the in nitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society. 18, 104-111.

Valadabadi, S.A.R., Aliabadi Farahani, H. and Khalvati, M.A. 2009. Evaluation of grain growth of corn and sorghum under K2O application and irrigation according. Asian Journal of Agriculture science. 1, 19-24.