یافته های نوین کشاورزی
سال هشتم- شماره۳- بهار ۱۳۹۳

اثر تنش خشکی و سطوح مختلف کود پتاسیم بر عملکرد کمی و کیفی علوفه کوشیا (*Kochia scoparia* L.)

محمدعلی کریمیان*، مربی پژوهشی دانشگاه زابل، پژوهشکده کشاورزی
محمدگلوی دانشیار دانشگاه زابل، دانشکده کشاورزی
مهدی دهمرده استادیار دانشگاه زابل، دانشکده کشاورزی
محمد کافی استاد دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی

چکیده

این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی سال ۱۳۹۰ در پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل اجرا گردید. در این آزمایش آبیاری در سه سطح، شاهد (۵۰٪ تخلیه مجاز رطوبت)، تنش متوسط (۷۰٪ تخلیه مجاز رطوبت) و تنش شدید (۹۰٪ تخلیه مجاز رطوبت) به عنوان عامل اصلی و مقادیر کود سولفات پتاسیم در چهار سطح، عدم مصرف پتاسیم (شاهد)، ۷۵ ، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار به عنوان عامل فرعی بود. نتایج نشان داد تنش خشکی باعث کاهش وزن تازه، وزن خشک، ارتفاع، قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و افزایش هیدراتهای کربن محلول در آب علوفه گردید و در مقابل کود پتاسیم، وزن تازه، وزن خشک، ارتفاع، قابلیت هضم ماده خشک علوفه را افزایش داد، ولی هر دو تیمار بر تعداد ساقه فرعی بی تاثیر بود. بین سطوح کود پتاسیم بالاترین میزان عملکرد خشک و تازه علوفه، ارتفاع، تعداد ساقه فرعی، قابلیت هضم ماده خشک و هیدرات های‌کربن محلول در آب در مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم بود. اثرات متقابل عوامل آزمایشی بر کلیه صفات مورد بررسی به جز تعداد ساقه فرعی معنی‌دار بود. با توجه به نتایج به دست آمده جهت حصول حداکثر عملکرد کمی و کیفی علوفه بهتر است از تیمار آبیاری پس از ۵۰٪ تخلیه رطوبتی و مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم استفاده گردد.

واژه های کلیدی: عملکرد بیولوژیک، هیدرات های کربن محلول، قابلیت هضم، ماده خشک، ساقه فرعی

---

* نویسنده مسئول: E-mail :Karimian1350@uoz.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۹۲/۹/۲۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۶/۲۰

مقدمه

گیاهان علوفه‌ای نقش عمده‌ای در تامین پروتئین دامی دارند و جزء مهمترین گیاهان زراعی دنیا محسوب می‌شوند. با این وجود در اکثر کشورهای جهان پژوهش و پیشرفت در امر تولید و مدیریت این گیاهان در مقایسه با تلاش و توجهی که به سایر محصولات می‌شود اندک است، در کشور ما با توجه به کمبود مراتع غنی و فشار دام بر آنها، مطالعه پیرامون کشت این محصولات اهمیت ویژه‌ای دارد (۲۷). کوشیا گیاهی است که می‌تواند با استقرار سریع خود در خاک های شور، علاوه بر ایجاد پوشش گیاهی محافظتی کوتاه عمر، به عنوان یک علوفه جایگزین بویژه در مناطقی که با کمبود تولید علوفه مواجه‌اند مورد استفاده قرار گیرد (۲۱). برگ‌ها و سرشاخه‌های این گیاه، علوفه‌ای ارزشمند برای دام به شمار می‌آید (۱۰). در اثر کمبود آب حجم سلول، تقسیم سلولی، دیواره سازی سلول، اندازه کلی گیاه و وزن تازه و خشک گیاه کاهش می‌یابد (٦). ارزش غذایی یک مفهوم کلی است که تمامی خصوصیات غذایی یک علوفه را در رابطه با تامین نیازهای تغذیه‌ای دام تعیین می کند. شش عامل زیستی و تکنیکی که بر کیفیت علوفه تأثیر می‌گذارد شامل گونه گیاهی، رقم، مرحله رشدی گیاه و میزان رسیدگی، برداشت و انبار کردن، حاصل‌خیزی خاک و عوامل محیطی شامل رطوبت، دما و نور خورشید می‌باشند (٤). مطالعه خصوصیات کیفی کوشیا حاکی از کیفیت علوفه‌ای مناسب آن می‌باشد (۳۱). خوش خوراکی کوشیا از علف چمنی بیشتر و از یونجه کمتر است (۳۷).

بررسی اعمال تنش خشکی در مراحل مختلف رشد گیاه کوشیا نتیجه گرفته شد که تنش خشکی اثر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک (شامل بخش علوفه‌ای و بذر) داشت، به طوری که تیمار شاهد بیشترین مقدار عملکرد را با ۱۵ تن در هکتار و تیمار تنش در مرحله رویشی با تولید ۱۱/٤ تن در هکتار کمترین عملکرد را داشت (۲٦). پتاسیم به عنوان سومین عنصر غذایی اصلی برای رشد گیاه مطرح بوده و نقش اساسی در فعالیت آنزیمها، سنتز پروتئین‌ها و فتوسنتز ایفا می‌کند (۳). پتاسیم نقش ویژه‌ای در حیات و بقاء گیاهان تحت شرایط تنش محیطی بازی می‌کند، در شرایط کمبود پتاسیم، حساسیت گیاهان به تنش-های محیطی افزایش می‌یابد (۵). به‌طوریکه در شرایط تنش، تولید رادیکال‌های فعال اکسیژن در گیاهان به شدت تحریک می‌شود (۹). وی نیاز به پتاسیم بالا را در شرایط تنش به نقش بازدارندگی پتاسیم در مقابل تولید رادیکال‌های فعال اکسیژن در طی فتوسنتز و اکسیده شدن NADPH نسبت داد مصرف مقادیر بالاتر پتاسیم تحت شرایط تنش رطوبتی در خردل و سورگوم باعث افزایش و بهبود عملکرد دانه، ماده خشک و شاخص برداشت گردید (۳٤). بنابراین این آزمایش با اهداف زیر اجراگردید: تعیین عملکرد کمی و کیفی علوفه کوشیا در شرایط تنش خشکی و ارزیابی عملکرد کمی و کیفی علوفه کوشیا در شرایط مصرف پتاسیم و بررسی برهمکنش تنش خشکی و مصرف کود پتاسیم بر عملکرد کمی و کیفی علوفه کوشیا.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در قالب آزمایش کرت‌های خرد شده با سه تکرار در مزرعه پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل در سال زراعی ۱۳۹۰ اجرا شد. در این آزمایش آبیاری در سه سطح، شاهد (۵۰٪ تخلیه مجاز رطوبت)، تنش متوسط (۷۰٪ تخلیه مجاز رطوبت) و تنش شدید (۹۰٪ تخلیه مجاز رطوبت) به عنوان عامل اصلی و مقادیر کود پتاسیم در چهار سطح، عدم مصرف (شاهد)، ۷۵ ، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار به عنوان عامل فرعی بود، که تیمارهای کودی قبل از کاشت اعمال گردید. فاصله بین ردیف‌های کاشت ٤۰ سانتی‌متر، فاصله بین دو بوته در روی ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر، فاصله بین تکرارها سه متر، بین کرت‌های اصلی دو متر و فاصله بین کرت‌های فرعی ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. هر کرت فرعی شامل پنج ردیف کاشت بود که برای نمونه برداری دو ردیف کناری هر کرت و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه حذف شده و نمونه‌برداری از سه ردیف وسط کرت انجام شد. کاشت توسط دست و به صورت ردیفی در تاریخ ۲۰ فروردین ۱۳۹۰ به صورت خشکه کاری انجام گرفت و سپس کرت‌ها آبیاری شدند. جهت جلوگیری از نشت رطوبت، بین کرت های اصلی به عمق ٦۰ سانتی متر پلاستیک کشیده شد. بر اساس آزمایش خاک (جدول۱)، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر از منبع فسفات آمونیوم و ۵۰ ٪ کود نیترات آمونیوم به مقدار ۷۵ کیلوگرم در هکتار همزمان با آماده سازی زمین به خاک افزوده شد. مابقی کود نیترات آمونیوم به مقدار ۷۵ کیلوگرم در هکتار به صورت سرک و بعد از انجام آبیاری کرت‌ها داده شد.

جدول۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری

هدایت الکتریکی (EC)	pH	ماده آلی (٪)	نیتروژن (ppm)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	لای (٪)	رس (٪)	شن (٪)	بافت خاک
۱/٦	۷/۵	۱/٦۳	۰/۰۷	۱۰/٤	۱٤۸	۲۸	۳۰	٤۲	لوم شنی

هنگامی که ارتفاع بوته‌ها به ۱۰ سانتی‌متر رسید عملیات تنک بوته‌ها و وجین علف‌های هرز انجام شد. برای مطالعه تغییرات محتوی آب خاک در سطوح مختلف تنش خشکی، با استفاده از دستگاه رطوبت سنج مدل تریم رطوبت حجمی خاک در زمان لازم اندازه‌گیری شد. این دستگاه رطوبت حجمی خاک را بر اساس اختلاف زمانی رسیدن علائم بین میله‌های حساس آن تعیین می‌کند و زمانی که رطوبت خاک به هر یک از مقادیر مشخص شده می‌رسید، آبیاری به روش کرتی انجام می‌شد. برداشت علوفه در مرحله گرده افشانی، که گیاه دارای نسبت مناسبی از برگ و ساقه است و هنوز ساقه خشبی نشده بود، انجام شد.

قبل از برداشت ارتفاع بوته و تعداد ساقه‌های جانبی ۱۰ بوته شمارش شد. برای تعیین عملکرد علوفه بعد از حذف حاشیه، از سطح یک متر مربع برداشت صورت گرفت و عملکرد علوفه تازه ثبت شد. برای خشک کردن علوفه نمونه ها در آون به مدت ۲٤ ساعت تحت دمای ۷٤ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و وزن خشک علوفه اندازه گیری شد. برای اندازه‌گیری صفات کیفی علوفه از جمله قابلیت هضم ماده خشک[1]، کربوهیدرات محلول در آب[2] و پروتئین خام[3] نمونه‌های خشک به وسیله آسیاب پودر شدند (تا حدود ۰/۱ میلی متر) و ۱۰۰ گرم از آن با دستگاه NIRS[4] ساخت کشور سوئد استفاده گردید (۳۲). سیستم NIRS مورد استفاده سری اینفراماتیک ۸٦۲۰ شرکت پرتن[5] با ۲۰ طول موج در دامنه ۲٤۰۰-۵۰۰ نانومتر بود. معادلات کالیبراسیون برای این صفات با اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی ۵٪ از نمونه‌ها توسط جعفری (سازمان جنگل‌ها و مراتع) به‌دست آمد (۲۰). جهت محاسبات آماری در این مطالعه از نرم افزارهای SAS و Excel استفاده شد. مقایسه میانگین تیمارها به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج بحث

عملکرد محصول تازه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تنش خشکی، کود پتاسیم و برهمکنش تنش خشکی در کود پتاسیم در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). آبیاری در ۷۰ و ۹۰٪ تخلیه مجاز رطوبت عملکرد تازه علوفه گیاه کوشیا را به ترتیب ۱۱/۹۲٪ و ۲۷/۱۷٪ نسبت به ۵۰٪ تخلیه مجاز رطوبت (شاهد) کاهش داد (جدول۳). کاهش عملکرد گیاهان تحت تنش خشکی از طریق سه مکانیسم کلی کاهش جذب تشعشع فعال فتوسنتزی، کاهش کارآیی مصرف نور و کاهش در تبادل گازکربنیک به ازای واحد نور جذب شده قابل بیان است (۳۸). گزارش شده در شرایط تنش خشکی عملکرد علوفه تازه یونجه کاهش داشته است (۱). افزایش مصرف پتاسیم با افزایش عملکرد تازه علوفه همراه بود (جدول ٤)، مصرف ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار پتاسیم عملکرد تازه علوفه گیاه کوشیا را به ترتیب ٤/۷٦، ۱۲/۸۵، و ۱۷/۲۹٪ نسبت به شاهد افزایش داد (جدول٤). با مصرف ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم به ترتیب عملکرد تازه علوفه ۱۲/۸٤ و ۱۳/۵۳ تن در هکتار رسیده است.

به‌طور کلی با افزایش تنش خشکی در گیاه عمل فتوسنتز نقصان یافته و نهایتا از میزان محصول به نحو چشمگیری کاسته خواهد شد، با این وجود مقادیر مناسب پتاسیم می‌تواند مانع از کاهش عملکرد گردد،

1-Dry Matter Digestibility
2-Water Soluble Carbohydrate
3-Crude Protein
4-Near Infrared Reflectance Spectroscopy
5-Perten

زیرا پتاسیم کافی در گیاه سبب ایجاد تعادل در پتانسیل آب در گیاه و افزایش ساخت ترکیبات آلی می-شود که این امر سبب می‌گردد تا وزن تازه و وزن خشک گیاهانی که دارای پتاسیم کافی هستند نسبت به وزن گیاهانی که دچار کمبود پتاسیم می‌باشند حتی در شرایط تنش آبی نیز افزون تر باشد (۱۵). به‌علاوه پتاسیم می‌تواند انتقال مواد فتوسنتزی به نقاط مختلف گیاه و انباشت آن را نیز تنظیم نماید(۲۵).

جدول ۲: تجزیه واریانس ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه کوشیا

منابع تغییرات	درجه‌آزادی	میانگین مربعات						
		وزن تازه	وزن خشک	ارتفاع بوته	تعداد ساقه فرعی	قابلیت هضم ماده خشک	هیدراتهای کربن محلول در آب	پروتئین خام
تکرار	۲	۰/۱۸۵^{ns}	۰/۰۶۵^{ns}	٤/۹۳۲^{ns}	۱/٦۹٤^{ns}	۱/٦٤۸^{ns}	۰/۰۸۹^{ns}	۰/۱۸^{ns}
تنش خشکی(I)	۲	۱۲/۵۷٦**	۰/٦٤۸*	۸۵/۵۵۱**	۱۲/۸٦۱^{ns}	۱۰/۵۹۹**	۹۹/٦۵۲**	۵/۹۱۳**
خطای۱	٤	۰/۳۰٤	۰/۰٤۷	٤/۵۸۸	۲۰/٤۸٦	۰/٤۳٦	۱/۷۷۹	۰/۱۸۷
پتاسیم (K)	۳	٦/۱۳٦**	۳/۵۵٦**	۵۱/۱۰۸**	٦/۳۲٤^{ns}	۱٦/۹۸۹**	۱۷/٤۵۵**	۱/۵٤۹^{ns}
اثر متقابل(IK)	٦	۱۵/۲٤۸**	۱/۱۱۷**	۱۹/۳۹۸*	۱۱/۲٦۹^{ns}	۸//٦۵۲۸**	۳/۳۳۳*	۱۰/٤۰۳**
خطای۲	۱۸	۰/۲۹۹	۰/۱۳٤	۳/۱۹٤	۳/۰۳۷	۰/۸۷٤	۰/٦۳۸	۰/۵٤۷
ضریب تغییرات (٪)		٤/٤۳	٦/۲۳	۳/۲۰	۹/۸۷	۲/٦۹	٦/۸۷	۸/۹٦

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، ۵٪ و غیر معنی‌دار

جدول ۳: مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه کوشیا

سطوح تنش	تیمار	۵۰٪ شاهد(I1) (۵۰ ٪ تخلیه مجاز رطوبت)	۷۰٪ تنش متوسط (I2) (۷۰ ٪ تخلیه مجاز رطوبت)	۹۰٪ تنش شدید(I3) (۹۰ ٪ تخلیه مجاز رطوبت)
وزن تازه (تن در هکتار)		۱٤/۱۷a	۱۲/٤۸b	۱۰/۳۲c
وزن خشک (تن در هکتار)		۷/۲۸a	٦/۱۹b	٤/۸۵c
ارتفاع بوته (سانتی متر)		۵۸/۸۷a	۵٦/۱b	۵۲/۲۱c
ساقه فرعی		۱۹/٦٦a	۱۸/۰۳a	۱۵/۲۵a
قابلیت هضم ماده خشک		۳٦/۸٤a	۳۵/۱b	۳۲/۱۲c
هیدراتهای کربن محلول در آب		۹/۳۳c	۱۱/۱۹b	۱٤/۳۱a
پروتئین خام		۹/۲۵a	۸/۳۷b	۷/۱٤c

حروف مشترک در هر سطر بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال مربوطه در جدول تجزیه واریانس است

مقایسه میانگین برهمکنش تنش خشکی در کود پتاسیم نشان داد بیشترین میزان عملکرد تازه علوفه با مقدار ۱۵/۳ تن در هکتار مربوط به مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم و در شرایط بدون تنش بود (جدول۵). تنش خشکی موجب بسته شدن روزنه‌ها و کاهش تثبیت دی‌اکسید کربن می‌گردد که این

کاهش منجر به تولید گونه‌های فعال اکسیژن شده و در نهایت احیاء دی‌اکسید کربن در تنش کم‌آبی به شدت کاهش می‌یابد (۱۹).

اگر تنش خشکی با نبود پتاسیم همراه شود، این صدمه‌ها شدیدتر خواهد شد و پتاسیم تحمل به کم آبی را در گیاهان القاء می‌نماید (٤٠). 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 تاثیر را بر عملکرد بیولوژیک داشت (١٦).

جدول ٤: مقایسه میانگین اثر کود پتاسیم بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه کوشیا

پتاسیم/ تیمار	شاهد	۷۵ کیلوگرم درهکتار (K1)	۱۵۰ کیلوگرم در هکتار(K2)	۲۲۵ کیلوگرم در هکتار(K3)
وزن تازه (تن در هکتار)	۱۱/۱۹d	۱۱/۷۵c	۱۲/۸٤b	۱۳/۵۳a
وزن خشک (تن در هکتار)	٤/۹۵d	۵/۷۳c	٦/۳۲b	۷/۰۱a
ارتفاع بوته (سانتی متر)	۵۲/۷۵d	۵٤/۵۲c	۵٦/۸۸b	۵۸/۷۳a
ساقه فرعی	١٦/۹a	۱۷/۲۲a	۱۷/۹۹a	۱۸/٤۵a
قابلیت هضم ماده خشک	۳۲/۵۹d	۳٤/۰۸c	۳۵/٤۵b	۳٦/٦a
هیدراتهای کربن محلول در آب	۹/۸٤d	۱۰/۷۷c	۱۲/۲٦b	۱۳/۵۹a
پروتئین خام	۷/۹a	۸/۰۱a	۸/٤۷a	۸/٦۵a

حروف مشترک در هر سطر بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال مربوطه در جدول تجزیه واریانس است

عملکرد خشک

نتایج تجزیه واریانس عملکرد خشک علوفه نشان داد که تنش خشکی در سطح احتمال پنج درصد و کود پتاسیم و برهمکنش تنش خشکی در کود پتاسیم در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد با افزایش سطح تنش خشکی از شاهد آبیاری به ۹۰ ٪ تخلیه مجاز رطوبتی (تنش شدید)، از میزان عملکرد خشک به مقدار ۳۳/۳۷ ٪ کاسته شد (جدول۳). وزن خشک گیاه شاخص خوبی برای ارزیابی رشد و عملکرد محسوب می‌شود، به طور کلی وزن خشک بالاتر نشان دهنده کارایی گیاه در تولید مواد فتوسنتزی و ارسال آن به اندام های در حال رشد است (۱۱). تنش رطوبت در لپه هندی (*Cajanus cajan*) به شدت وزن خشک گیاه، عملکرد و همچنین شاخص برداشت آن را کاهش می‌دهد (۲۹). مصرف کود پتاسیم باعث افزایش عملکرد خشک علوفه گردید (جدول ٤)، مصرف ۷۵، ۱۵۰و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار پتاسیم عملکرد خشک علوفه گیاه کوشیا را به ترتیب ۱۳/٦۱، ۲۱/٦۷، و ۲۳/۷۲٪ نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ٤). بیشترین میزان عملکرد خشک با ٦/٤۹ تن در هکتار مربوط به کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم بود و با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم در یک گروه قرار

دارد. در شرایط تنش خشکی، مصرف پتاسیم با بهبود بخشیدن فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز و افزایش سرعت تثبیت نیترات در گیاه، باعث افزایش محتوی کلروفیل برگ گردیده و در نتیجه فرآیند فتوسنتز، افزایش دوام سطح برگ و تولید ماده خشک بیشتر تداوم می یابد (۸). تنش خشکی باعث کاهش عملکرد خشک علوفه یونجه گردید به طوری که بالاترین عملکرد خشک ۲/۳۳ تن در هکتار از تنش ملایم یعنی آبیاری پس از اینکه رطوبت خاک به ۷۵٪ FC رسید و کمترین آن ۱/٤٦ تن در هکتار از تیمار تنش شدید، آبیاری پس از اینکه رطوبت خاک به ۲۵٪FC رسید به‌دست آمد (۲).

مقایسه میانگین برهمکنش تنش خشکی در کود پتاسیم نشان داد که بیشترین میزان عملکرد خشک علوفه با مقدار ۷/٤ تن در هکتارمربوط به مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم و در شرایط شاهد بود. (جدول ۵). 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 (۳٦). کود پتاسیم با افزایش معنی‌دار گسترش ریشه، رشد بخش هوایی را افزایش می‌دهد و سبب افزایش ماده خشک می‌شود (۳۹).

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس ارتفاع گیاه کوشیا نشان داد که تنش خشکی و کود در سطح یک درصد و برهمکنش تنش خشکی در کود پتاسیم در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که آبیاری در ۷۰ و ۹۰ ٪ تخلیه مجاز رطوبت ارتفاع گیاه کوشیا را به ترتیب ٤/۷ ٪ و ۱۱/۳۱ ٪ نسبت به ۵۰ ٪ تخلیه مجاز رطوبت (شاهد) کاهش داد (جدول ۳). علت کاهش ارتفاع در تنش اسمزی بدین دلیل است که تنش موجب کاهش محتوی آب سلول‌ها گشته و طویل شدن آن‌ها را با مشکل رو به رو می‌کند و حتی پس از ایجاد تعادل اسمزی و فشار اسمزی مجدد سلول‌ها، گسترش و طویل شدن آن‌ها به کندی صورت می‌گیرد (۲۸). در مطالعه تنش خشکی و واریته های یونجه بر صفات مورفولوژیک نتیجه گرفته شد که تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع گیاه گردید (۱). تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع گیاه سورگوم گردید به‌طوری که با افزایش سطح تنش خشکی از شاهد به ۳۰ ٪ ظرفیت زراعی مزرعه از میزان ارتفاع گیاه به میزان ٤٦ سانتی‌متر کاسته شد (۱٦). مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار پتاسیم، ارتفاع گیاه کوشیا را ۱۰/۱۸ ٪ نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ٤). مقایسه میانگین برهمکنش تنش خشکی در کود پتاسیم نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه ٦۱/۷٦ سانتی‌متر مربوط به مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم و در شرایط شاهد آبیاری بود (جدول ۵). پتاسیم از طریق تنظیم اسمزی، پتانسیل آب لازم را برای رشد و به تبع آن برای تقسیم سلولی حتی در شرایط خشکی فراهم می‌کند و با

این کار نه تنها از کاهش ارتفاع ساقه جلوگیری می‌کند، بلکه منجر به افزایش ارتفاع ساقه نیز می‌شود (۲۵).

جدول ۵: برهمکنش تنش خشکی و کود پتاسیم بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه کوشیا

تیمار	وزن تازه (t/ha)	وزن خشک (t/ha)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد ساقه فرعی در بوته	قابلیت هضم ماده خشک٪	هیدرات های کربن محلول٪	پروتئین خام٪
I1 × K1	۱۳/۱٤b	٦/۱۲bc	٥٦/۸٤bc	۱۹/۱٦a	۳٥/٤۹bc	٦/۸٤g	۹/۲۷ Cd
I1 × K2	۱۳/٤۱b	٦/٦۷b	٥۷/۸۲b	۱۸/٦٦a	۳٥/٦b	۸/۷٤f	۹/٦٦ bc
I1 × K3	۱٥/۲a	٦/۷b	٦۱/۳۷a	۱۸/٦۷a	۳۷/۲۳a	۹/٥ef	۱۱/۱٥a
I1 × K4	۱٥/۳a	۷/٤a	٦۱/۷٦a	۱۸/۳٤a	۳۷/٥٤a	۱۰/۱۲def	۱۰/۷۷ab
I2 × K1	۱۱/۹c	٥/۳٤def	٥۳/۹٤cde	۱۸/۰۱a	۳۲/۸٥ef	۱۰/٤۹de	۷/٤۳ef
I2 × K2	۱۱/۹۳c	٥/٦۳cde	٥٥/٦٦bcd	۱۷/٦٥a	۳٤/٦۲bcd	۱۱cd	۷/٦۹ef
I2 × K3	۱۲/۷bc	٥/۹۱cd	٥٦/٥٤bc	۱۷/٦۷a	۳٤/۸۲bc	۱۱/۳٥cd	۸/۰۳de
I2 × K4	۱۳/۱۹b	٥/۹۲cd	٥٦/۸۳bc	۱۷/٤a	۳٥/۳۷bc	۱۲/۲۲c	۸/۰۹de
I3 ×K1	۹/٥٤e	٤/۸۹f	٥۰/٤۳f	۱۷/۰۱a	۳۱/۳۳f	۱۲/۲۸c	٦/٤۸f
I3 × K2	۱۰/۰۷de	٥/۰۱ef	٥۱/٦۹ef	۱٦/۳٥a	۳۲/۹۷def	۱٤/۳۹b	٦/٥٦f
I3 × K3	۱۰/٦۹d	٥/٤٥cdef	٥۲/۸۲def	۱٦/۳۷a	۳۳/۷۱cde	۱٥/۳۳b	٦/٦۱f
I3 × K4	۱۰/۸٥d	٥/٤۷cdef	٥۲/۹٤def	۱٦/۳٤a	۳٤/٥٥bcde	۱٦/۹۳a	۷/۲٦ef

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار بین آنها است.

تعداد ساقه جانبی

نتایج تجزیه واریانس تعداد ساقه جانبی کوشیا نشان داد که تنش خشکی، کود پتاسیم و برهمکنش تنش خشکی در کود پتاسیم معنی‌دار نبود (جدول۳).

قابلیت هضم ماده خشک (DMD)[1]

نتایج تجزیه واریانس مربوط به قابلیت هضم ماده خشک نشان داد تنش خشکی، کود پتاسیم و برهمکنش این دو در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد آبیاری در ۷۰ و ۹۰٪ تخلیه مجاز رطوبت قابلیت هضم ماده‌خشک علوفه گیاه کوشیا را به ترتیب ٤/۷۲ و ۱۲/۸۱٪ نسبت به ۵۰٪ تخلیه مجاز رطوبت (شاهد) کاهش داد (جدول۳). محدودیت رشد و توسعه برگ‌ها بر اثر حرارت (دما) به طور غیر مستقیم بر کیفیت علوفه اثر می‌گذارد، در محیط‌های گرم، علوفه زودتر بالغ می‌شود و در نتیجه مقدار فسفر و پروتئین آنها به مقدار ناچیزی کاهش پیدا می‌کند، ولی مقدار فیبر خام در آنها زیاد می‌شود. علوفه گیاهانی که در یک مرحله رویشی ولی در دو شرایط متفاوت حرارتی قرار گرفته‌اند، با یکدیگر متفاوتند. در چنین شرایطی علوفه منطقه گرمسیری دارای الیاف بیشتری و هضم پذیری و مقدار

1-Dry Matter Digestibility

پروتئین خام کمتری است (۲۳). مصرف کود پتاسیم باعث افزایش میزان قابلیت هضم‌ماده خشک علوفه گردید (جدول ٤).

مصرف ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار پتاسیم میزان قابلیت هضم ماده خشک علوفه گیاه کوشیا را به ترتیب ٤/۵۷، ۸/۷۷ و ۱۲/۳۰ ٪ نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ٤). یکی از وظایف اصلی پتاسیم نقش حمایتی آن در جلوگیری از تخریب سلول در برابر گونه های فعال اکسیژن (ROS) است. کلروپلاست‌ها در تولید و افزایش گونه‌های فعال اکسیژن در تنشهای محیطی از جمله خشکی، یخ زدگی، کمبود عناصرغذایی و شوری نقش دارند، این گونه های فعال اکسیژن به شدت سمی بوده و باعث تخریب غشاهای سلولی، کاهش میزان کلروفیل، کلروزه و نکروزه شدن برگ‌ها می‌شوند. پتاسیم به وسیله افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسیدکننده این گونه‌های فعال را خنثی می‌نماید (۱۹). کمبود پتاسیم، به علت کاهش هدایت روزنه‌ای، افزایش مقاومت مزوفیلی، کاهش فعالیت آنزیم روبیسکو و افزایش گونه های فعال اکسیژن باعث کاهش فتوسنتز شده و در شرایط نوری شدید نیاز به جذب پتاسیم، به منظور بالا بردن راندمان دستگاه فتوسنتزی و انتقال فراورده های فتوسنتزی به اندامهای ذخیره‌ای افزایش می یابد (٦).

مقایسه میانگین برهمکنش تنش خشکی در کود پتاسیم نشان داد که بیشترین میزان قابلیت هضم ماده خشک با مقدار (۳۷/٥٤ ٪) مربوط به مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم و در شرایط عدم تنش بود (جدول ۵). در یک رقم نیشکر کاربرد خاکی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاس با ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در زمان کشت همراه با کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سرک پتاسیم از منبع کلرید پتاسیم باعث بالا رفتن توانایی فیزیولوژیکی در برگها شده که بتواند در برابر استرس خشکی مقاومت کند، همچنین این امر باعث بهبود پروسه رسیدگی شده و کیفیت میوه را در مقایسه با تیمار بدون کود به طور معنی‌داری افزایش داد. به نظر می‌رسد با افزایش مصرف کود پتاسیم به دلیل افزایش توان فیزیولوژیکی گیاه در برابر تنش، میزان قابلیت هضم گیاه بهبود یابد(۳۵).

هیدرات‌های کربن محلول در آب WSC[1]

نتایج تجزیه واریانس مربوط به غلظت هیدرات کربن محلول در آب نشان داد که تنش خشکی و کود پتاسیم در سطح ۱٪ و برهمکنش تنش خشکی در کود پتاسیم در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که آبیاری در ۷۰ و ۹۰٪ تخلیه مجاز رطوبت هیدراتهای کربن محلول در آب علوفه گیاه کوشیا را به ترتیب ۱۹/۳۳ و ۵۳/۳۷ ٪ نسبت به ۵۰٪ تخلیه مجاز رطوبت (شاهد) افزایش داد (جدول۳). برای مقابله با تنش خشکی، گیاهان از سازوکارهای مختلفی استفاده می‌کنند. یکی از این سازوکارها تنظیم اسمزی است، با تنظیم اسمزی تا حدی شرایط لازم برای ادامه جذب آب از محیط ریشه، حفظ و ادامه آماس سلول فراهم می‌شود (۱۲). برای این منظور گیاهان از ترکیبات آلی و معدنی

1-Water Soluble Carbohydrate

استفاده می‌کنند. انواعی از هیدرات‌های کربن در بین ترکیبات از اهمیت زیادتری برخوردار هستند، زیرا با فتوسنتز مرتبط می‌باشند (۳۰). محققین همبستگی بالایی را بین تجمع قندهای قابل حل (ساکارز، گلوکز و فروکتوز) و میزان تحمل به خشکی در گیاهان ذکر کرده‌اند (۱۸).

در بررسی اثر تنش خشکی و گونه های میکوریزا بر گیاه آفتابگردان مشخص شد که میزان قندهای محلول همراه با افزایش تنش خشکی افزایش یافت (۱۷). استفاده از کود پتاسیم تاثیر معنی‌داری بر میزان هیدرات‌های کربن محلول در آب داشت (جدول ٤)، مصرف ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار پتاسیم میزان هیدرات‌های کربن محلول در آب علوفه گیاه کوشیا را به ترتیب ۸/٦۳، ۱۹/۷۳، و ۲۷/۵۹ ٪ نسبت به شاهد افزایش داد (جدول٤). با افزایش میزان پتاسیم، میزان تثبیت دی اکسید کربن به دلیل کارکرد مطلوب روزنه‌ها افزایش می‌یابد و در نتیجه میزان فتوسنتز افزایش یافته و بدین ترتیب تولید کربوهیدرات در برگها افزایش می‌یابد و این امر باعث افزایش در وزن خشک برگ می‌شود (۲۲).

عملکرد و کیفیت غده سیب زمینی به طور معنی داری تحت تأثیر پتاسیم قرار گرفت و با افزایش مصرف پتاسیم، عملکرد و درصد نشاسته غده افزایش یافت (۱۳). مقایسه میانگین برهمکنش تنش خشکی در کود پتاسیم نشان داد بیشترین میزان هیدرات های کربن محلول در آب با مقدار۱٦/۹۳٪ از مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم و در شرایط تنش شدید حاصل شد (جدول ۵). پتاسیم نقش کاتالیزوری دارد بطوری که ٦۰ نوع آنزیم گیاهی را فعال می‌کند و سبب افزایش فتوسنتز، تولید ماده خشک و افزایش عملکرد می‌گردد. دسترسی به پتاسیم سبب افزایش سنتز هیدروکربن‌ها و پروتئین‌ها می‌شود که نتیجه آن افزایش تحمل گیاه در ارتباط با تنش خشکی است (۷).

پروتئین خام

نتایج تجزیه واریانس مربوط به پروتئین خام نشان داد تنش خشکی و برهمکنش تنش خشکی در کود پتاسیم در سطح ۱٪ معنی دار و کود پتاسیم معنی‌دار نبود (جدول۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که آبیاری در ۷۰ و ۹۰٪ تخلیه مجاز رطوبت پروتئین خام علوفه گیاه کوشیا را به ترتیب ۹/۵۱ و ۲۲/۸۱٪ نسبت به ۵۰٪ تخلیه مجاز رطوبت (شاهد) کاهش داد (جدول۳). محققین بیان کرده اند که کاهش محتوای پروتئین تحت تنش خشکی با افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده پروتئین و نیز تجمع اسیدهای آمینه آزاد از جمله پرولین مرتبط می‌باشد (۱٤).

نتایج بررسی ترکیبات شیمیایی و قابلیت هضم پذیری ۱۲گونه علوفه‌ای در مناطق نیمه خشک تانزانیا نشان داد که پروتئین و انرژی متابولیسمی از فصول مرطوب به خشک کاهش می‌یابد (۳۳). مقایسه میانگین برهمکنش تنش خشکی در کود پتاسیم نشان داد که بیشترین میزان پروتئین خام با مقدار ۱۱/۱۵٪ مربوط به مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم و در شرایط ۵۰ ٪ تخلیه مجاز رطوبت (شاهد) بود (جدول۵). پتاسیم علاوه بر تنظیم اسمزی، تنظیم عملکرد روزنه‌ها 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 (٦).

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج نشان داد تنش خشکی تاثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک و کیفیت علوفه گیاه کوشیا دارد و استفاده از کودهای پتاسه باعث کاهش اثرات خشکی بر عملکرد کمی و کیفی علوفه کوشیا گردید، زیرا عملکرد علوفه با افزایش مصرف پتاسیم تحت شرایط خشکی افزایش یافته است. با توجه به نتایج این مطالعه مصرف کود سولفات پتاسیم در محافظت از گیاهان در مقابل خشکی مفید بوده و کوشیا می‌تواند به‌عنوان یک گیاه علوفه‌ای مناسب با مدیریت تنش رطوبتی مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

1- Afsharmanesh, G. 2009. Study of some morphological traits and selection of drought resistant alfalfa cultivars (*Medicago sativa* L.) in Jiroft, Iran. Plant Ecophysiology. 3, 109-118.

2- Afsharmanesh, G., Heidari Sharif Abad, H., Mazaheri, D., Noor Mohammadi, G. and madani, H. 2008. The effects of water deficit stress on hay alfalfa (*Medicago sativa* L.) yield and water use efficiency cultivars. Pajouhesh & Sazandegi. 78, 132-140. (In Persian with English Summary).

3- Basak, B. and Biswas, D. 2009. Influence of potassium solubilizing microorganism (*Bascillus mucilaginosus*) and waste mica on potassium uptake dynamics by Sudan grass (*Sorghum vulgare* Pers.) grown under two Alfisols. Plant Soil. 317, 235-255.

4- Buxton, D. R., Mertens, D. R. and Fisher, D. S. 1996. Forage quality and ruminant utilization. In: Moser, L.E., Buxton D.R., and Casler M.D. (eds) Cool-season forage grasses. American Society of Agronomy, Madison, Pp. 226-229.

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

6- Cakmak, I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. J of Plant Nutrition. 168, 521-530.

7- Chen, J. X., Xuan, J. X. and Xie, J. C. 1996. Effect of potassium and moisture on rape growth and nutrient uptake. Pedosphere. 6(1): 81-88.

8- Doberman, A. 2004. Crop potassium nutrition implications for fertilizer recommendations. Department of Agronomy and Horticulture, University of Nebraska, Lincoln, NE. pp. 1-12.

9- Earl, H. J. and Davis, R. F. 2003. Effect of drought stress on leaf and canopy whole radiation use efficiency and yield of maize. Agronomy Jl. 95, 688–696.

10- Gihad, E. A. and EL Shaer, H. M. 1992. Utilization of halophytes by livestock on rangelands: Problems and prospects. In Squires, V.R., and A.T. Ayoub (eds.) Halophytes as a resource for livestock and for rehabilitation of degraded lands. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands. pp. 77-96.

11- Gomes-Sanchez, D., Vannozzi, G. P., Baldini, M., Tahamasebi Enferadi, S. and Dell Vedove, G. 2000. Effect of soil water availability in sunflower lines derived from interspecific crosses. Italian J. of Agron, pp. 371-387.

12- Good, A. and Zaplachiniski, S. 1994. The effects of drought on free aminoacid accumulation and protein syntesis in (*Brassica napus*). Physiologia Plantarum. 90: 9–14.

13- Hannan, A., Arif, M., Ranjha, A. M., Abid, A., Fan, X. H. and 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 (6), 645-655.

14- Hanson, A. D. and Hitz, W. D. 1982. Metabolic responses of mezophytes to plant water deficit. Annual Review of Plant Phy. 33: 163-203.

15- Heakal, M. S., Modaihsh, A. S., Mashhady., A. S. and Metwally A. I. 1990. Combined effects of leaching fraction, salinity and potassium content of waters on growth and water use efficiency of wheat and barely. J. of Plant and Soil. 125, 177- 184.

16- Heidari, M. and 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 J .of Field Crop Res. 10(2), 374 - 381. (In Persian).
17- Heidari, M. and Karami.,V. 2013. Evaluate the effect of drought stress and mycorrhizal species on yield and components of yield, chlorophyll content and biochemical compounds of sunflower. Environmental stresses crop sci. 6 (1), 17-26. (In Persian).
18- Hoestra, F.A. and Buitink, J. 2001. Mechanisms of plant dessiccation tolerance.Trends in plant science. 8 (9), 431-438.
19- Hu, Y. and Schmidhalter, U. 2005. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 168, 541–549.
20- Jafari, A., Connolly, V., Frolich, A. and Walsh, E. I. 2003. A note on estimation of quality parameters in perennial ryegrass by near infrared reflectance spectroscopy, Irish J of agri and food res. No, 42. pp. 293-299, (ISI).
21- Jami Al Ahamadi, M., kafi, M. and Nassiri Mahallati, M. 2004. Salinity effects on germination properties of (*Kochia scoparia*). Iranian J of Field Crop Res. 2 (2), 151-161. (In Persian with English Summary).
22- Kholdbarin, B. and Islamzadeh, T. 2005. Mineral nutrition plants (Translation), Vol 1. Shiraz University Publication.
23- Linn, J. G. and Martin, N. P. 1993. Forage quality tests and interpretations.
24- Minnesota Extension service. AGFO- 2637. Feeding And Nutrition. IN:http:// www. inform. umd. edu/ EdRes/ Topic/AgrEnv/ndd/feeding/
25- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd Ed. Academic Press. London. 889 pp.
26- Masoumi, A. 2010. Effect of drought stress on Morphophysiological parameters two mass native Kochia (*Kochia Scoparia*). In Greenhouse and Field conditions. Phd thesis. Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English Summary).
27- Mirlohi, A. F., Bozorgvar, N. and Bassiri, M. 2000. The effect of different amounts of nitrogen fertilizer on growth, yield and quality of forage sorghum silage hybrid Three. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 4(2), 105-116. (In Persian).
28- Munns, R. and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Phys. 59, 651-681.
29- Nam, N. H., Chauhan, Y. S. and Johansen, C. 2001. Effect of timing of drought stress on growth and grain yield of extra-short-duration pigeonpea lines. J of agri sci. 136(2), 179-189.
30- Parakas, A., Nikolaou, N., Ziaoziou, E., Radoglou, K. and Noitsakis, B. 2002. The role of organic solute and ion accumulation in osmotic adjustment in drought-stressed grapevines. Plant Sci. 163: 361-367.
31- 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*). Animal Feed Sci and Tech. 141: 209-219.
32- Roberts, C. A., Workman, J. and Reeves, J. B. 2004. Near-infrared Spectroscopy in agriculture. ASA-CSSA, INC., Madison WI.
33- Safari, J., Mushi, D. E., Kifaro, G. C., Mtenga, L. A. and Eik, L. O. 2011. Seasonal Variation in Chemical Composition of native forages, Grazing behavior and some blood metabolites of Small East African goats in a semi-arid area of Tanzania. Animal Feed Sci and Tech. 164: 62–70.
34- Shahid, U. 2006. Alleviating adverse effects of water stress on yield of sorghum, mustard and groundnut by potassium application. Pakistan J of Bot. 38: 1373-1380.
35- Singh, K. D. N., Jha, B. K., Mishra, G. K. and Samad, A. 1992. Effect of potassium on yield and quality of sugarcane on calciorthent under drought condition. J of the Indian Soc of Soil Sci. 40: 105-110.
36- Tabatabai, S. J. 2009. Principles mineral nutrition of plants. First edition. Publications of Tabriz. ISBN: 978005199987.
37- Understander, D. J., Durgan, B. R., Kaminski, A. R., Doll, J. D., worf, G. L. and Schulte, E. E. 1990. Kochia. Alternative Field Crops Manual. University of Wisconsin and University of Minnesota. viewed Nov. 2005, http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/kochia.html.
38- Vafabakhsh, J., Nassiri Mahallati, M. and Koocheki, A. 2008. Effects of drought stress on radiation use efficiency and yield of winter Canola (*Brassica napus* L.). Iranian J of Field Crop Res. 6(1), 193-204. (In Persian with English Summary).
39- Valadabadi, S. A. R., Aliabadi Farahani, H. and Khalvati, M. A. 2009. Evaluation of grain growth of corn and sorghum under K_2O application and irrigation according. Asian J of Agri Sci 1: 19-24.
40- Zheng, Y., Aijun, J., Tangyuan, N., Xud, J., Zengjia, L. and Gaoming, J. 2008. Potassium nitrate application alleviates sodium chloride stress in winter wheat cultivars differing in salt tolerance. J. of Plant Phy. 165, 1455-1465.