مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد۱۲، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹

مجله پژوهش‌های به زراعی

اثر مقادیر مصرف پتاسیم بر کاهش اثرات تنش شوری در گیاه دارویی خرفه (*Portulaca oleracea* L.)

محمدرضا صالح آبادی[۱]، محمد آرمین[۲*]، متین جامی معینی[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی ، سبزوار، ایران
۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران
۳- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۹/۵ تاریخ پذیرش: ۹۹/۲/۴

چکیده

در شرایط تنش شوری استفاده از مواد تعدیل کننده مانند کودهای حاوی پتاسیم می‌تواند اثرات منفی شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان زراعی را کاهش دهد. به منظور بررسی اثر مقادیر مصرف پتاسیم بر کاهش اثرات تنش شوری در گیاه دارویی خرفه آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار در گلخانه دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار در سال ۱۳۹۶ به صورت گلدانی به اجرا در آمد. فاکتورهای مورد بررسی مقدار مصرف پتاسیم (۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلو گرم در هکتار پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم) و مقدار شوری (۰ ، ۶ ، ۹ ، ۱۲ دسی زیمنس بر متر). نتایج نشان داد که افزایش مقدار مصرف پتاسیم در شرایط تنش شوری سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد خرفه شد و بالاترین ارتفاع، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد گپسول در گیاه، تعداد دانه در کپسول، وزن خشک بوته، عملکرد دانه، مقدار پتاسیم و کمترین مقدار سدیم با مصرف ۳۰۰ کیلو گرم در هکتار به دست آمد. شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش ۵۷/۰۲٪ ارتفاع گیاه، ۵۵/۷۵ ٪ تعداد شاخه‌های جانبی، ۳۷/۲۷ تعداد کپسول در بوته، ۶۸/۵۶ تعداد دانه در کپسول، ۶۷/۵۷٪ وزن هزار دانه، ۷۱/۰۱٪ وزن خشک بوته، ۴۷/۲۱٪ عملکرد دانه، ۴۱/۹۱٪ مقدار پتاسیم و افزایش۲۷/۶۵ ٪ سدیم در مقایسه با شاهد شد. در مجموع نتایج آزمایش نشان داد که تا شوری ۹ دسی زیمنس عملکرد دانه خرفه از نظر آماری تحت تأثیر قرار نگرفت و مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار درکاهش اثرات تنش شوری مناسبتر بود.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم، تنش شوری، خرفه، گیاهان دارویی

* نگارنده مسئول (Armin@iaus.ac.ir)

مقدمه

در بسیاری از نقاط دنیا به ویژه مناطق خشک و نیمه خشک، شوری یکی از موانع اصلی در تولید محصولات زراعی و باغی است، بیش از ۱۳ درصد از زمین‌های زیر کشت جهان و حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد از اراضی فاریاب دنیا تحت شوری قرار دارد (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). شوری عمده ترین تنش محیطی است که از طریق کاهش پتانسیل اسمزی و اختلال در جذب برخی عناصر غذایی رشد و عملکرد محصولات زراعی را محدود می‌کند. گیاهانی که در خاک-های شور رشد می‌کنند به دلیل خواص اسمزی، علاوه بر تنش شوری با تنش کم آبی مواجه شده که این عامل سبب کاهش سرعت رشد گیاه می‌شود، این امر موجب اختلال در تقسیم سلول و بزرگ شدن سلول‌ها شده و تمام واکنش‌های متابولیکی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌گیرد. همچنین افزایش یون‌های سدیم و کلر موجب کاهش جذب یون‌های ضروری از جمله یون‌های پتاسیم، کلسیم، آمونیوم و نیترات شده و از فعالیت آنزیم‌ها کاسته و ساختار غشاء را بر هم می‌زند (Dagar *et al*. 2016).

راهکاری متفاوتی برای افزایش یا ثبات عملکرد در شرایط شور توصیه شده است. شیوه‌های مختلفی مانند کشت گیاهان و ارقام متحمل به شوری، مدیریت آبیاری و زهکشی اراضی، مدیریت تهیه بستر و نحوه کشت برای استفاده بهینه از منابع خاک و آب شور وجود دارد (اردکانی و همکاران، ۱۳۹۵). تغذیه مناسب تحت شرایط تنش می‌تواند تا حدی به گیاه در تحمل تنش‌های مختلف کمک کند. در میان عناصر غذایی پتاسیم نقش عمده ای در کاهش اثرات تنش شوری دارد. نقش عمده و اصلی پتاسیم در پایین آوردن فشاراسمزی سلول‌های ریشه بوده و وظیفه نگهداری آب در اندام‌های گیاه را به عهده دارد. بنابراین وجود مقدار کافی پتاسیم برای زندگی گیاه بخصوص در شرایط تنش شوری ضروری است (Koshki & Armin 2016). یک عامل مهم در جذب پتاسیم آثار برهمکنشی سدیم و کلسیم بر پتاسیم است. بعلاوه نسبت K/Na ,Na/Ca در

محلول خاک‌های شور مختل شده و از این طریق نیز جذب پتاسیم کاهش می‌یابد، در چنین شرایطی مصرف کودهای پتاسه منجر به افزایش عملکرد می‌گردد. فراوانی سدیم در محلول خاک‌های شور منجر به کاهش مقدار پتاسیم در درون گیاه شده و در نتیجه مقدار محصول کاهش می‌یابد (Chakraborty *et al*. 2016). مطالعات نشان داده است که مصرف صحیح کود پتاسیمی در اراضی شور موجب کاهش عوارض فیزیولوژیکی و افزایش عملکرد می‌شود. در یک بررسی نشان داده شد که با افزایش شوری، ورود پتاسیم به گیاه به شدت کاهش می یابد. یا افزایش نسبت پتاسیم به سدیم در گیاه، مقاومت به شوری گیاه را افزایش می‌دهد. همچنین مصرف پتاسیم، باعث افزایش جذب نیتروژن و تبدیل آن به پروتئین می‌شود (El Sayed *et al*., 2019). گزارش شده است کاربرد پتاسیم در شرایط تنش شوری با افزایش نسبت پتاسیم به سدیم در شاخساره و ریشه گندم زمستانه، از اثرات سوء نمک می‌کاهد (Ahanger & Agarwal, 2017). برخی محققین بر نقش مثبت پتاسیم در کاهش اثرات منفی شوری بر رشد گیاهچه (Yagmur *et al*., 2007) و برخی دیگر به اثرات مثبت پتاسیم در جهت بهبود اثرات مضر شوری بر برخی صفات فیزیولوژیک ، رشد و عملکرد دانه تأکید داشته اند(Kaya *et al*. 2001) .

خرفه با نام علمی *Portulaca Oleracea* گیاهی علفی و یک ساله از خانواده Portulacaceae با ۲۱ جنس و ۵۶ گونه مختلف است. گونه‌های مختلف گیاه خرفه تحت نام‌های متفاوت حتی در مناطقی با آب و هوایی مثل خشکی، شوره زار و کمبود مواد غذایی نیز رشد می‌کند (Kiliç *et al*. 2008). خُرفه بیشتر در غالب یک علف هرز شناخته می‌شود. با این حال، یک سبزی بسیار مغذی و خوراکی نیز هست. در حقیقت، خُرفه حاوی همه‌ی انواع مواد مغذی، از جمله اسیدهای چرب امگا ۳ می‌باشد. خُرفه در نقاط مختلف جهان در طیف گسترده‌ای از محیط زیست رشد می‌کند. این گیاه در باغ‌ها و باغچه‌های پیاده‌روها رشد می‌کند. در عین حال می‌تواند خود را با شرایط خشن‌تر وفق یابد. به

عنوان مثال در شرایط خشک، خاک بسیار شور یا خاک خالی از مواد مغذی (Grieve & Suarez 1997). گیاه خرفه از یک طرف به واسطه ترکیبات مهم دارویی و اثرات درمانی قابل توجه و از طرف دیگر به عنوان گیاهی سازگار با مناطق شور وخشک ایران و همچنین سازگاری بالا به شرایط مختلف می‌تواند به عنوان یک گیاه دارویی مورد معرفی و استفاده قرار گیرد. در مورد دامنه تحمل به شوری خرفه گزارش چندانی وجود ندارد. رحیمی و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی اثرات شوری بر خرفه نشان دادند که وزن تر برگ و ساقه، وزن خشک برگ، تعداد برگ و شاخه فرعی در بوته، شاخص سطح برگ، سطح ویژه برگ و ارتفاع ساقه اصلی، تا سطح شوری ۱۴ دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی داری با شاهد نداشتند ولی در ۲۱ دسی زیمنس بر متر کلرید سدیم کاهش معنی داری مشاهده شد، در حالی که وزن ویژه برگ با افزایش شوری افزایش معنی داری یافت. پازکی و همکاران (۱۳۹۱)گزارش کردند که گیاه خرفه برای مقاومت به شوری میزان متابولیت‌های ثانویه خود را افزایش داده و می‌تواند در مناطق تحت تأثیر تنش شوری به عنوان یک گیاه دارویی ارزشمند مورد توجه قرار گیرد. همچنین می‌توان از آسکوربات به عنوان یک عامل مفید در افزایش عملکرد گیاهان دارویی خرفه و همچنین افزایش مقاومت آن به تنش شوری استفاده نمود.

از آنجا که وجود شوری در محیط رشد گیاهان باعث بر هم زدن تعادل تغذیه‌ای در گیاهان می-شود. در این شرایط با اضافه نمودن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می‌توان وضعیت رشد گیاه را بهبود بخشید. در چنین شرایطی استفاده از کودهای پتاسیمی می تواند سبب افزایش تحمل به تنش شوری شود و از آنجا که در مورد اثرات مقدار مصرف پتاسیم در خرفه در شرایط شور آزمایشی انجام نشده است این بررسی به منظور تعیین مناسب‌ترین مقدار مصرف عصاره پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد خرفه در شرایط شور انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه آموزشی و پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار در سال ۱۳۹۶ انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۱۲ تیمار انجام شد. عوامل مورد بررسی سطوح مختلف شوری در چهار سطح شامل صفر، ۶، ۹ و ۱۲ دسی زیمنس بر مترمربع و مصرف پتاسیم در ۳ سطح ۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. برای کشت گیاه، ابتدا بذور خرفه با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد ضدعفونی و با آب مقطر شسته شدند. از آن جایی که بذر خرفه بسیار کوچک است، بعد از کشت مقداری پرلیت در محل کشت شده پخش شد. سپس روی آن با پوشش-های پلاستیکی پوشانده شد. در طول روز پوشش‌های پلاستیکی به مدت سه تا چهار ساعت جمع آوری و پس از آبیاری، روی بستر کشت مجددا" پوشانده می‌شد. کاشت در گلدان-های ۱۰ کیلوگرمی و با قطر۳۰ سانتیمتر انجام شد. در هر گلدان ده بوته خرفه کاشته شد. خاک مورد استفاده شامل ماسه: رس: خاکبرگ به نسبت ۱:۱ ۰/۵ با بافتی متوسط بود. نتایج آزمون خاک در جدول ۱ اورده شده است.

جدول ۱ - خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک محل آزمایش

$pH_{(1:5)}$	EC	سیلت	رس	شن	نیتروژن (٪)	پتاس	فسفر	آهن	مس	روی	کلسیم	منگنز
	$(dS\ m^{-1})$	٪			PPm			$(mg\ kg^{-1})$				
۷/۳۵	۲/۸۵	۲۴	۲۴	۵۲	۰/۱۵	۱۳۴	۳/۶۶	۲/۸	۱/۲۴	۰/۸۲	۲۷۰	۴/۸

جهت اعمال تنش شوری قبل از کاشت گیاه زراعی، ابتدا درصد اشباع خاک اندازه گیری شد. مقدار نمک لازم برای تهیه هر کدام از تیمارها بر اساس نرم افزار SALTCAL محاسبه شد. پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم قبل از کاشت بر اساس مساحت هر گلدان محاسبه و به هر گلدان اضافه شد. در طی دوران رشد در تیمارهایی که تراکم مورد نظر به دست نیامده بود واکاری بوته‌ها با دست انجام شد. نشاهای خرفه از قابلیت انتقال بسیار خوبی برخوردار بودند و تقریبا تراکم مورد نظر در کلیه گلدان‌ها در ابتدای رشد به دست آمد. در طی دوران رشد بر اساس نیاز گیاه آبیاری به صورت هر ۱۰ روز یکبار انجام و سایر عملیات زراعی بر اساس نیاز گیاه انجام شد. در پایان فصل رشد از هر گلدان به طور تصادفی پنج بوته انتخاب و در آن طول ساقه، تعداد شاخه جانبی، تعداد کپسول در هر بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، وزن خشک و عملکرد دانه در بوته اندازه گیری شد. برای اندازه گیری عناصر سدیم و پتاسیم از روش Hamada & El-Enany (1994) استفاده شد. به این منظور ۰/۵ گرم ماده خشک برگ کاملا ساییده شده و سپس ۱۰ میلی لیتر نیتریک غلیظ به ان اضافه شده و به مدت ۴۸ ساعت در دمای آزمایشگاه قرار داده شد. به منظور خروج کلیه بخارات نمونه‌ها به مدت ۲ ساعت روی اجاق دارای ترموستات با حرارت ملایم قرار داده شد. بعد از خروج بخارات اسیدی و مشاهده محلول بی رنگ، ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر به هر نمونه اضافه شد. با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره یک نمونه‌های به دست امده صاف و مقادیر سدیم و پتاسیم بوسیله فلیم فتومتر اندازه گیری شد. داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS ver. 9.1 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون محافظت‌شده حداقل اختلاف معنی‌دار انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، میزان پتاسیم اثر معنی داری بر طول ساقه، تعداد شاخه جانبی در بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد

دانه در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، درصد پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم داشت، در حالیکه وزن خشک (بیوماس) و درصد سدیم تحت تاثیر میران مصرف پتاسیم قرار نگرفت. کلیه صفات مورد بررسی تحت تأثیر میزان تنش شوری قرار گرفت. اثر متقابل مقدار مصرف پتاسیم و شوری بر طول ساقه، تعداد شاخه جانبی، وزن هزار دانه و درصد سدیم معنی دار بود (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس طول ساقه، شاخه جانبی، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، ماده خشک، عملکرد دانه، میزان سدیم، میزان پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم

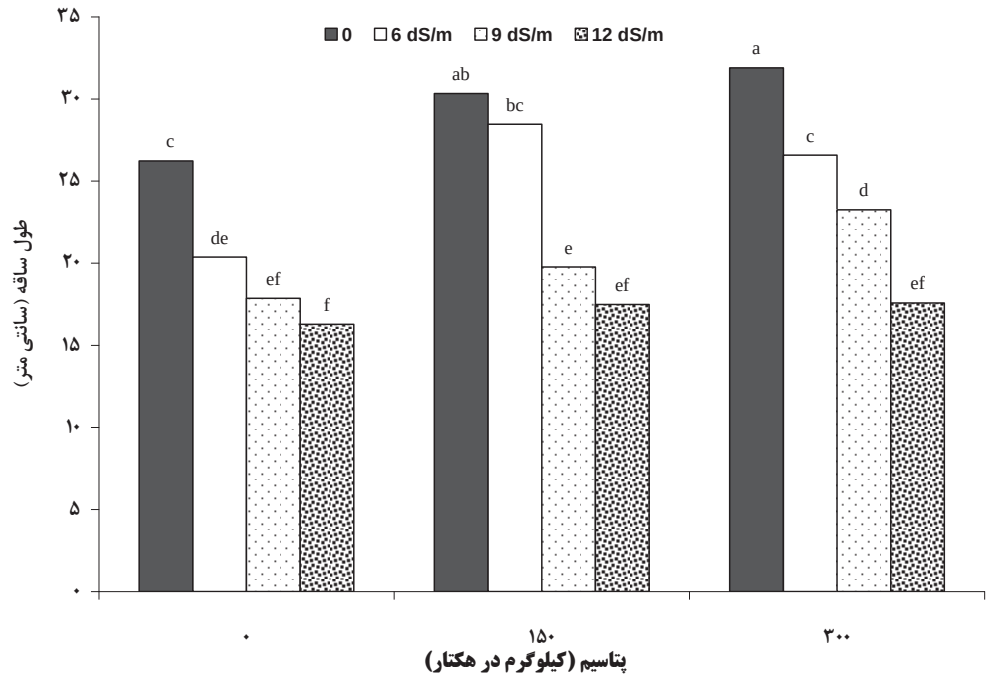
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		طول ساقه	شاخه جانبی	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در کپسول	وزن هزار دانه	ماده خشک	عملکرد دانه	سدیم	پتاسیم	نسبت پتاسیم به سدیم
مقدارپتاسیم (A)	۲	۷۳/۷ **	۲۷/۲ **	۱۷۰۵۶ **	۱۲۱ **	۰/۰۱۳ **	۱۳/۷ ns	۰/۶۷ **	۰/۰۰۲ ns	۰/۵۷ **	۰/۰۰۷ **
میزان شوری (B)	۳	۲۶۶ **	۲۱۸ **	۶۹۰۲۴ **	۳۱۲ **	۰/۰۳۵ **	۶۱/۵ **	۲/۰۲ **	۰/۰۵۷ **	۵/۱۰ **	۰/۰۲۱ **
(A×B)	۶	۹/۹۱ *	۴۲/۲ **	۴۱۵۸ ns	۱۳/۷ ns	۰/۰۰۲ *	۹/۰۶ ns	۰/۱۳ ns	۰/۰۲۰ *	۰/۰۵۴ ns	۰/۰۰۲ ns
خطا	۲۴	۳/۰۷	۸/۳۳	۲۵۷۰	۸/۶۶	۰/۰۰۰۹	۳/۹۱	۰/۰۶	۰/۰۰۶	۸/۰۶۴	۰/۰۰۰۵
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۶۲	۱۴/۸	۲۲/۲	۷/۶۱	۷/۸۷	۱۳/۴	۱۵/۴	۱۰/۷۵	۱۳/۶	۱۵/۴

ns، *، **به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و معنی‌دار در سطح ۱ درصد

طول ساقه

نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین طول ساقه (۳۱/۹ سانتی‌متر) در تیمار شاهد و مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم بدست آمد که با تیمار شاهد و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم تفاوت آماری نداشت. هم‌چنین کمترین طول ساقه (۱۶/۲۷ سانتی‌متر) در تیمار شاهد و شوری ۱۲ دسی زیمنس مشاهده شد (شکل ۱). در گیاهان تحت تنش شوری، عدم تورژسانس مناسب سلول‌ها و تخصیص بیشتر مواد سنتز شده

جهـت مقابله با تنش، کوتاه شدن دوره رشد گیاه و نیز مکـانیزم‌هـای فـرار از تنش همگی می‌توانند مانع از توسعه عادی سلول‌ها و درنتیجه کاهش ارتفاع گیاه شوند (فرهادی و همکاران، ۱۳۹۳). از طرف دیگر رشد گیاه نه تنها به تجمع مواد خـام از طریـق فتوسـنتز و جـذب عناصر بستگی دارد بلکه به حفظ پتانسیل فشاری آب در گیـاه جهـت طویل شدن سلول‌ها نیز وابسته می باشد. پتاسیم در گیاهان بـا اثـر بـر حفظ پتانسیل آب سلول و کمک به جذب آب توسط گیـاه در شـرایط تنش بر رشد سلول‌ها اثر می گذارد (حیدری و اصغری پور، ۱۳۹۰). پتاسیم از طریق تنظیم اسمزی و حفظ پتانسیل آب لازم برای رشد و تقسیم سلولی از کاهش ارتفاع ساقه جلوگیری می‌کند (متین و همکاران، ۱۳۹۴). Zheng *et al.*, (2008) طی پژوهش‌های خود در خصوص کاربرد سطوح مختلف نیترات پتاسیم به همراه تنش شوری در ارقام حساس و متحمل به شوری در گندم، اظهار داشتند که افزایش نیترات پتاسیم سبب می‌شود، علائم ضعیفی از اثرات ناشی از تنش شوری مانند بهبود رشد ساقه‌ها و ریشه، کاهش نشت الکترولیت و محتوای قندهای محلول و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت ایجاد شود. گزارش شده است که کمبود پتاسیم در سطح سلول یک عامل افزاینده در تنش اکسیداتیو و آسیب سلولی ناشی از آن است. بنابراین بهبود تغذیه پتاسیم گیاه تحت تنش شوری می‌تواند در به حداقل رساندن اسیب اکسیداتیو سلول، از طریق کاهش تشکیلROS طی فتوسنتز موثر باشد و مانع فعالیت O2- تولید شده توسط NADPH اکسیداز شود (Cakmak, 2005).

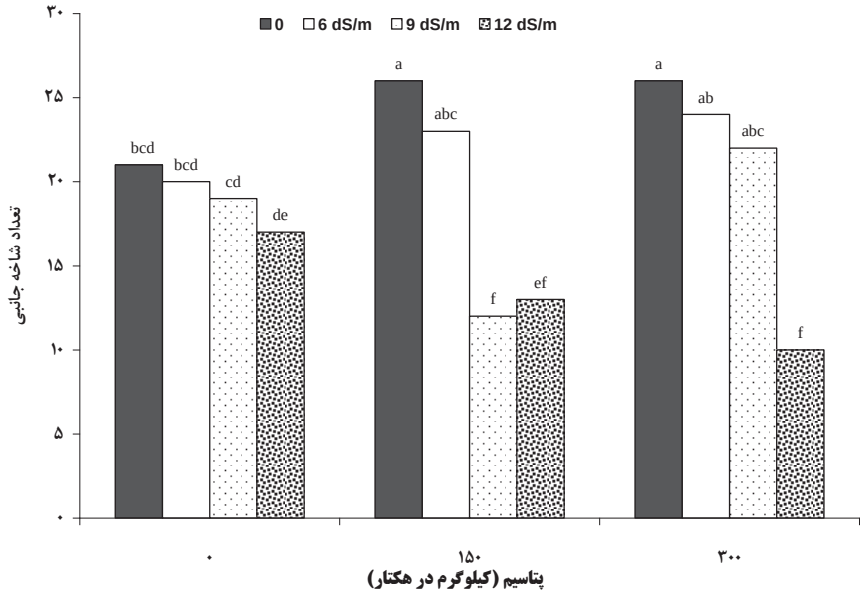


شکل ۱- اثر متقابل میزان پتاسیم و شوری بر طول ساقه

تعداد شاخه جانبی

در مقادیر ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم پتاسیم تا شوری ۶ دسی زیمنس بر متر اختلاف آماری معنی‌داری از نظر تعداد شاخه فرعی با تیمار شاهد مشاهده نشد، اگرچه افزایش مقدار مصرف پتاسیم تعداد شاخه بیشتری را تولید کرد، در حالی که در شوری بالا (۱۲ دسی زیمنس بر متر) مصرف پتاسیم اثرات تعدیل کنندگی بر تولید شاخه‌های فرعی داشت. همان طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، در شوری کم (۶ دسی زیمنس) مصرف پتاسیم سبب بهبود تولید شاخه‌های فرعی شد، به نحوی که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت. به نظر می‌رسد خرفه تا شوری ۶ دسی زیمنس مقاومت مناسبی به شوری دارد و تا این سطح از شوری حتی در زمان عدم مصرف پتاسیم گیاه می تواند به رشد رویشی ادامه دهد و شاخه فرعی تولید کند، اما افزایش سطح شوری اثرات تعدیل کنندگی پتاسیم را بر تعداد شاخه فرعی کاهش داد (شکل ۲). پتاسیم کارایی تعرق گیاه را در شرایط تنش به دلیل افزایش

تعداد و قطر دسته‌های آوندی افزایش می دهد و همچنین به خاطر کاهش پتانسیل آب میزان آب برگ‌ها افزایش یافته و این امر باعث افزایش رشد رویشی و تولید شاخه‌های فرعی بیشتری در تیمار حاوی مقادیر بالای پتاسیم می شود. ثابت تیموری و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که افزایش شوری باعث کاهش جذب و انتقال مواد از ریشه به برگ و منجر به کاهش رشد و ارتفاع گیاه می‌گردد که این کاهش ارتفاع سبب کاهش تعداد شاخه جانبی می‌گردد. از طرف دیگر در شرایط تنش شوری مکانیسم‌های خود تنظیمی در گیاه فعال می‌شوند که سبب تحمل گیاه به شرایط تنش می‌گردد. یکی از این مکانیسم‌ها کاهش سطح تعرق از طریق کاهش تولید شاخه های جانبی است. صفری محمدیه و همکاران (۱۳۹۴) در گیاه نعناع گزارش کردند که افزایش تعداد شاخه‌ها می‌تواند، باعث افزایش سطوح تعرق کننده و هدر رفت آب شود، لذا در شرایط تنش شوری گیاه با کاهش تعداد شاخه‌های فرعی سطح تعرق را کاهش می دهد.



شکل ۲- اثر متقابل میزان پتاسیم و شوری بر تعداد شاخه فرعی

تعداد کپسول در بوته

اقزایش مقدار مصرف پتاسیم سبب افزایش معنی‌دار تعداد کپسول در مقایسه با تیمار بدون کاربرد پتاسیم (شاهد) شد. اختلاف آماری معنی‌داری بین مصرف ۱۵۰ کلیوگرم در هکتار و تیمار شاهد از نظر تعداد کپسول در بوته وجود نداشت (جدول ۳). با افزایش تنش شوری تعداد کپسول در گیاه خرفه کاهش یافت، به طوری که در شوری ۱۲ دسی زیمنس تعداد کپسول نسبت به شاهد ۶۱/۷۲ درصد کاهش داشت. شوری تا سطح ۶ درسی زیمنس بر متر مربع اثر معنی‌داری بر تعداد کپسول در هر بوته نداشت و اختلاف آماری معنی‌داری با تیمار شاهد ایجاد نکرد (جدول ۴). تنش شوری از طریق صدمه به برگ، سبب کاهش فتوسنتز برگ، کاهش تعداد شاخه جانبی و در نهایت کاهش تعداد تعداد کپسول در هر بوته می‌شود (Vadaliya Bhumika *et al.*, 2019).

جدول ۳- اثر مقدار مصرف پتاسیم برتعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، ماده خشک، عملکرد دانه، میزان پتاسیم و نسیت پتاسیم به سدیم

پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در کپسول	ماده خشک (گرم در بوته)	عملکرد بذر (گرم در بوته)	پتاسیم (میلی گرم در گرم ماه خشک)	نسیت پتاسیم به سدیم
۰	۱۹۵ b	۳۵ b	۱۳/۷ b	۱/۲۹ b	۱/۶۴ b	۰/۱۲۸ b
۱۵۰	۲۲۰ a	۴۰/۲ a	۱۴/۸ ab	۱/۶۷ a	۱/۸۷ a	۰/۱۶۷ a
۳۰۰	۲۶۹ a	۴۰/۷ a	۱۵/۷ a	۱/۷۲ a	۲/۰۷ a	۰/۱۷۲ a

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند.

جدول ۴- اثر میزان تنش شوری بر برتعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، ماده خشک، عملکرد دانه، میزان پتاسیم و نسیت پتاسیم به سدیم

تنش شوری (دسی زیمنس بر متر)	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در کپسول	ماده خشک (گرم در بوته)	عملکرد بذر (گرم در بوته)	پتاسیم میلی گرم در گرم ماه (خشک)	نسیت پتاسیم به سدیم
۰	۳۰۱ a	۴۶ a	۱۶/۲ a	۲/۱۶ a	۲/۶۶ a	۰/۲۱۶ a
۶	۲۹۳ a	۴۰ b	۱۷/۵ a	۱/۶۵ b	۲/۳۴ b	۰/۱۶۵ b
۹	۲۰۳ b	۳۶/۶ c	۱۳/۷ b	۱/۳۷ c	۱/۳۱ c	۰/۱۳۷ c
۱۲	۱۱۵ c	۳۲/۱ d	۱۱/۷ c	۱/۰۴ d	۱/۱۴ c	۰/۱۰۴ d

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار $P<0.05$) نمی‌باشند.

تعداد دانه در کپسول

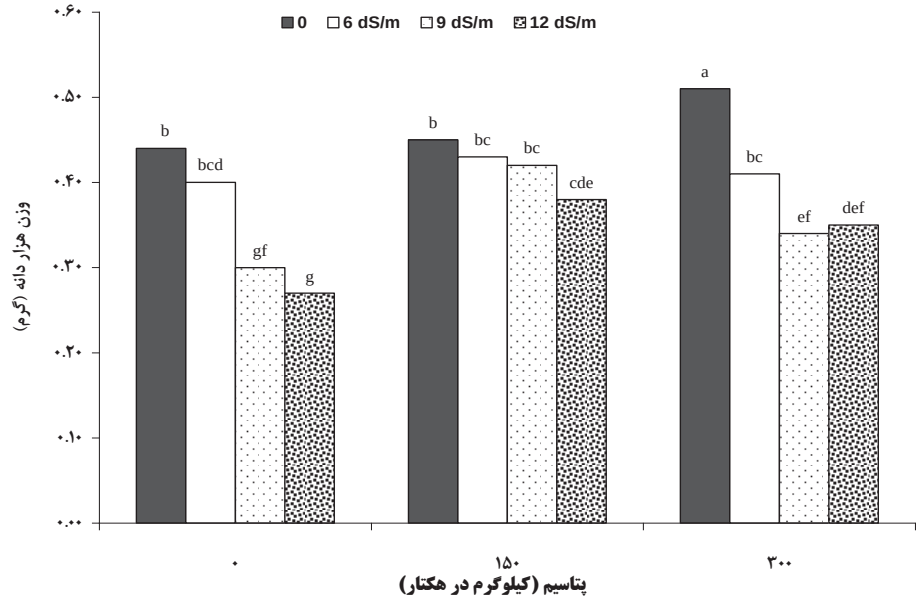
مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، مصرف سطوح مختلف پتاسیم باعث افزایش تعداد دانه در کپسول نسبت به شاهد شد، به طوری که در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم تعداد دانه در کپسول نسبت به تیمار شاهد ۱۴درصد افزایش داشته است. اختلاف آماری معنی‌داری بین دو سطح ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار مشاهده نشد (جدول ۳). افزایش تعداد دانه در کپسول با افزایش مقدار مصرف پتاسیم را می‌توان به باروری بیشتر دانه‌ها نسبت داد. فراهمی مناسبتر پتاسیم که می تواند سبب افزایش تولید وانتقال کربو هیدرات‌ها شود، دلیل اصلی افزایش تعداد دانه در قوزه در تیمارهای مصرف پتاسیم بوده است (اردکانی، ۱۳۹۴). در ارزن نیز گزارش شده است مصرف پتاسیم در مرحله گلدهی کمترین و در مرحله ساقه‌دهی بیشترین تعداد دانه در خوشه را تولید کرد (Ashraf *et al*. 2002) .افزایش تعداد دانه در خوشه با کاربرد پتاسیم به افزایش انتقال کربوهیدرات‌ها در گیاه توسط پتاسیم نسبت داده شده است (Tränkner *et al*., 2018). مطابق با این (Ali *et al*., (2016 در ذرت افزایش تعداد دانه در بلال را با مصرف پتاسیم گزارش کردند. با افزایش شوری تعداد دانه در کپسول به طور معنی‌داری کاهش پیدا می‌کند، به طوری که در تیمار ۱۲ دسی زیمنس تعداد دانه در کپسول نسبت به تیمار شاهد ۳۰ درصد کاهش پیدا کرده است (جدول ۴). پتاسیم منجر به افزایش کارایی مصرف آب، بهبود شرایط رشد گیاه و تقسیم سلولی و ساخت هیدروکربن‌ها و پروتیئن‌ها و انتقال سریع آن به طرف دانه می‌شود که این امر موجب افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه، تعداد دانه در کپسول و درنهایت افزایش عملکرد می‌شود (Arif *et al*., 2017). رحیمی و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی تأثیر شوری و سیلیسم بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه خرفه دریافتند که تعداد دانه در کپسول با افزایش شوری کاهش معنی‌داری یافت.

Ahmed (2009) گزارش کرد که شوری آب و یا خاک باعث کاهش تعداد دانه در خوشه می‌شود.

وزن هزار دانه

مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش شوری و مقدار مصرف پتاسیم نشان داد که در مقادیر پایین تنش شوری، واکنش وزن هزار دانه به مقدار مصرف پتاسیم در مقایسه با تنش شوری بالا متفاوت است. در حالی‌که در شرایط عدم تنش با افزایش مقدار مصرف پتاسیم وزن هزار دانه به صورت خطی افزایش پیدا کرد، اما در سطوح ۶ و ۹ دسی زیمنس با افزایش مقدار مصرف پتاسیم، وزن هزار دانه کاهش یافت. در شوری ۱۲ دسی زمینس بر متر ، واکنش وزن هزار دانه به مقدار مصرف پتاسیم مانند تیمار شاهد بود و با افزایش مقدار مصرف پتاسیم وزن هزار دانه افزایش پیدا کرد (شکل ۳). می‌توان گفت در تنش شوری تجمع یون سدیم، سبب صدمه شدید به برگ شده، کاهش میزان کلروفیل و هم‌چنین کاهش میزان فتوسنتز برگ شده و این امر منجر به کاهش میزان فتوسنتز جاری گیاه و درنتیجه کاهش وزن دانه می گردد (Husain *et al.*, 2003). با کاربرد پتاسیم و افزایش غلظت آن در برگ و با توجه به نقش پتاسیم بر فرآیندهای فتوسنتزی در شرایط شوری و هم‌چنین نقش آن در افزایش تقسیم سلولی و رشد و افزایش فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی، محدودیت مخزن تا حدودی از بین رفته و انتقال مواد فتوسنتزی به سمت دانه ها باعث پر شدن دانه شده و افزایش ابعاد دانه و به تبع آن وزن هزار دانه افزایش می‌یابد (Degl'Innocenti *et al.*, 2009). پتانسیل اسمزی، فرآیند انتقال، رشد و نگه داری یک سلول، به غلظت یون پتاسیم شیره سلولی بستگی دارد، بنابراین کاربرد غیرمنطقی کودهای پتاسیم در زمین باعث ایجاد اثرات مضر در محصولات زراعی می‌شود. افزایش غلظت پتاسیم برگ با تأثیر بر فرایندهای فتوسنتز در شرایط تنش شوری و نیز افزایش رشد و تقسیم سلولی و انتقال مواد فتوسنتزی به سمت دانه‌ها سبب افزایش

اندازۀ دانه و وزن هزار دانه می‌شود (Heidari & Jamshid, 2010).



شکل ۳- اثر متقابل میزان پتاسیم و شوری بر وزن هزار دانه

وزن خشک اندام هوایی

افزایش مصرف پتاسیم باعث افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی شد. بیشترین وزن خشک اندام هوایی (۱۵/۷۵ گرم در بوته) با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که با تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). زمانی که کمبود یک عنصر غذایی وجود دارد، رشد و نمو گیاه توسط آن عنصر غذایی کنترل می‌شود. زیرا گیاه نمی‌تواند فعالیت‌های حیاتی خود را به خوبی انجام دهد (قانون حداقل لیبیگ). با افزایش سطح آن عنصر در بافت‌ها، گیاه به سرعت ترکیبات مورد نیاز خود را ساخته و رشد آن و میزان ماده خشک تولیدی افزایش می‌یابد (عزیز آبادی و همکاران، ۱۳۹۳). شوری تا سطح ۶ دسی زیمنس بر متر تأثیری بر وزن خشک اندام هوایی نداشت، ولی با افزایش مقدار شوری، وزن خشک اندام هوایی نیز کاهش پیدا می‌کند، به طوری که در شوری ۱۸ دسی زیمنس وزن خشک اندام

هوایی نسبت به شاهد بیش از ۳۰ درصد کاهش پیدا کرد (جدول ۴). از دلایل کاهش وزن خشک در شرایط وجود تنش شوری را کوتاه شدن دوره رشد گیاه اعلام کردند. کـاهش وزن خشک اندام هوایی گیاه در شرایط تنش شوری به علت کاهش سطح برگ و فتوسنتز گیاه در شرایط شوری می‌باشد (Ors & Suarez 2017). در شرایط شوری، گیاه به دلیل خواص اسمزی علاوه بر تنش شوری با تنش کم آبی نیز مواجه شده که این عمل سبب کاهش رشد گیاه می‌شود. این امر موجب اختلال در تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها شده و تمام واکنش‌های متابولیکی گیاه تحت تأثیر قرار می گیرد. هم‌چنین یون‌های سدیم و کلر موجب کاهش جذب یون‌های ضروری از جمله نیتروژن، پتاسیم و منیزیم و کلسیم شده و از فعالیت آنزیم‌ها کاسته می‌شود و ساختار غشا را به هم می زند (Kaya *et al*. 2006). از طرف دیگر سمیت ناشی از حضور برخی یون‌ها و فراوانی نسبی آن‌ها منجر به بهم خوردن تعادل موجود میان عناصر گشته و درنهایت با افزایش شوری خاک و کاهش پتانسیل اسمزی جذب آب و عناصر غذایی از جمله نیتروژن و پتاسیم کمتر شده و آهنگ رشد و عملکرد کاهش می‌یابد (Ahmed 2009, Vadaliya Bhumika *et al*., 2019)

عملکرد دانه

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که مصرف سطوح مختلف پتاسیم نسبت به شاهد باعث افزایش عملکرد دانه شد، به طوری که مصرف ۳۰۰ کیلوگرم پتاسیم نسبت به شاهد، ۲۵ درصد عملکرد دانه را افزایش داد (جدول ۳). می‌توان گفت مصرف پتاسیم منجر به افزایش کارایی مصرف آب، بهبود شرایط رشد و تقسیم سلولی و ساخت هیدروکربن‌ها و پروتیئن‌ها و انتقال سریع آن به طرف دانه می‌شود که این امر موجب افزایش وزن هزار دانه و درنتیجه افزایش عملکرد دانه می‌شود (Arif *et al*., 2017).

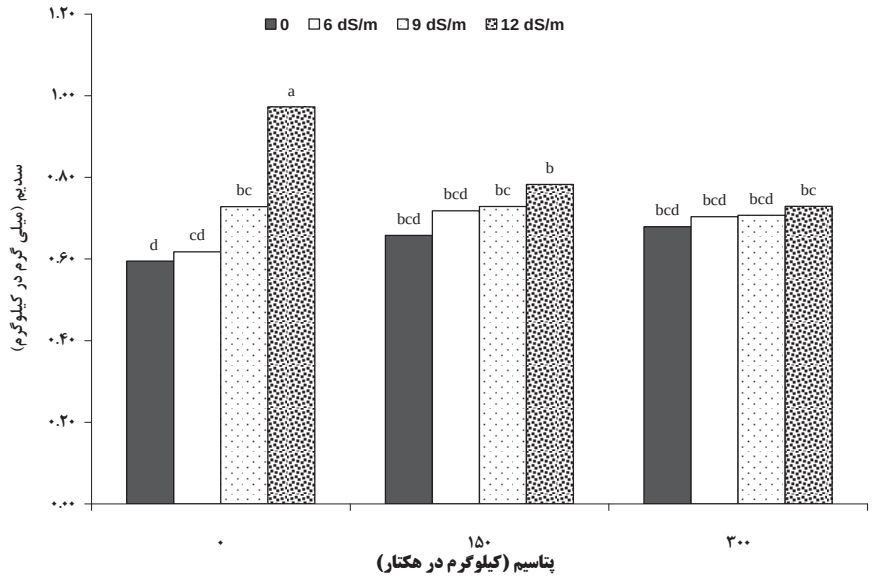
با افزایش شوری عملکرد به طور معنی‌داری کاهش پیدا می‌کند، به طوری که کمترین عملکرد دانه در شوری ۱۲ دسی زیمنس (به

مقدار ۱/۰۴۳ گرم در بوته) و بیشترین عملکرد دانه در تیمار شاهد (به مقدار ۲/۱۶۴ گرم در بوته) بدست آمد (جدول ۴). تنش شوری باعث کاهش فتوسنتز، پتانسیل آب برگ، پتانسیل اسمزی، فشار تورگر و درنتیجه کاهش سرعت توسعه برگ و تعداد و اندازه برگ و ارتفاع گیاه می‌گردد که درنتیجه باعث کاهش رشد و عملکرد در گیاه می‌شود (El Sayed *et al*., 2019) تنش شوری باعث کاهش فتوسنتز جاری و درنتیجه کاهش وزن دانه می گردد و در طی مراحل گلدهی از طریق اختلال در عمل گرده افشانی، باعث کاهش تعداد کپسول، تعداد دانه در کپسول و درنتیجه کاهش عملکرد می‌شود (Vadaliya Bhumika *et al*. 2019).

درصد سدیم

بیشترین مقدار سدیم در گیاه در تیمار ۱۲ دسی زیمنس با شاهد به مقدار (۰/۹۷ میلی-گرم در کیلوگرم) و کمترین مقدار سدیم در تیمار شاهد با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم به مقدار (۰/۵۴۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) بدست آمد. در شوری‌های ۶ و ۹ دسی زیمنس بر متر کاربرد پتاسیم توانست مانع از حذب سدیم شود اما در شوری ۱۲ دسی زیمنس به علت فراهمی بیشتر سدیم، کاربرد پتاسیم نتوانست مانع از جذب سدیم شود (شکل ۴). سدیم بعنوان یک عنصر ضروری برای گیاه در نظرگرفته نمی‌شود و تجمع سدیم در گیاه تحت تنش شوری منجر به کاهش میزان پتاسیم می‌شود. اگر چه سدیم می‌تواند به افزایش فشار تورژسانس کمک کند اما نمی‌تواند در فعالیت‌های ویژه همانند فعال سازی آنزیم‌ها و سنتز پروتئین برای ایجاد رشد کافی جایگزین یون پتاسیم گردد بنابراین اثرات سمیت کلریدسدیم (ناشی از انباشتگی زیاد نمک در گیاه) ممکن است تنها به دلیل اثرات مستقیم یون سدیم نباشد، بلکه به علت کاهش مقدار عناصر مغذی ضروری مانند پتاسیم در گیاه باشد (Parvaiz & Satyawati, 2008). از طرف دیگر کاهش جذب پتاسیم در شرایط شور، انتقال کاتیون‌های سدیم و پتاسیم

با یک پروتیئن مشترک است که سدیم برای شارش به درون سلول با پتاسیم رقابت می‌کند (Bolat *et al*. 2006). در آزمایش خود گزارش کردند که شوری باعث کاهش غلظت پتاسیم شد، ولی با افزایش پتاسیم به محیط شور باعث افزایش غلظت پتاسیم در برگ و ریشه شد (Chakraborty *et al*., 2016).



شکل ۴- اثر متقابل میزان پتاسیم و شوری بر میزان سدیم گیاه

درصد پتاسیم

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد، مصرف پتاسیم نسبت شاهد باعث افزایش مقدار پتاسیم در داخل گیاه شد، به طوری که مصرف ۳۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار خاک به شاهد ۲۰ درصد افزایش داشته است (جدول ۳). می‌توان گفت افزایش مصرف پتاسیم سبب افزایش غلظت پتاسیم در محلول خاک شده که این امر باعث افزایش شیب غلظت و درنتیجه انتشار پتاسیم به سطح ریشه می گردد، درنتیجه پتاسیم بیشتری توسط گیاه جذب و غلظت آن در بافت‌ها افزایش

می‌یابد (نمازی و همکاران، ۱۳۸۸). به‌نظر می‌رسد محلول‌پاشی پتاسیم می‌تواند از طریق واکنش‌های رقابتی با تأثیر بر انتخابی بودن غشا برای یون‌ها، جذب مواد غذایی را تحت تأثیر قرار دهد و باعث بهبود جذب پتاسیم مورد نیاز گیاه گردد (Chakraborty *et al.*, 2016).

با افزایش شوری مقدار پتاسیم در داخل گیاه کاهش پیدا می‌کند، به طوری که در شوری ۹ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر مقدار پتاس در گیاه نسبت به شاهد به ترتیب ۵۰ و ۵۷ درصد کاهش داشت. هم‌چنین نتایج نشان داد با افزایش شوری از ۹ دسی زیمنس به ۱۲ دسی زیمنس مقدار پتاسیم در گیاه کاهش معنی‌داری نداشت (جدول ۴). شوری با کاهش فعالیت پتاسیم در محلول خاک، به طور قابل توجهی میزان پتاسیم قابل دسترس گیاه را کاهش می‌دهد. هم‌چنین سدیم با پتاسیم بر سر مکان‌های جذب غشای پلاسمایی، رقابت می‌کند و در نهایت شوری به طرز چشمگیری سبب نشت پتاسیم از طریق دپلاریزاسیون فعال می‌شود (Chaitanya *et al.*, 2014).

کاهش غلظت پتاسیم اندام هوایی گیاه در شرایط شوری در مطالعات متعددی گزارش شده است (Wei *et al.*, 2003, Ahmed, 2009, Heidari & Jamshid 2010, Chaitanya *et al.*, 2014). در خاک‌های شور، جذب پتاسیم به دلیل غلظت بالای سدیم و رقابت سدیم و پتاسیم در هنگام جذب کاهش می‌یابد. در بررسی Othman *et al* (2006) بر روی گیاهان مختلف غلظت پتاسیم به صورت معنی‌داری تحت تنش شوری کاهش پیدا کرد. گزارش شده است تنش شوری موجب کاهش جذب پتاسیم در اندام هوایی شد. کاهش پتاسیم باعث کاهش رشد می‌شود که این امر به دلیل ظرفیت گیاه برای تعادل اسمزی و حفظ فشار تورژسانس یا تأثیر منفی در عملکرد متابولیت‌ها می باشد (Ahmed 2009; Chaitanya *et al.*, 2014).

نسبت پتاسیم به سدیم

مقایس مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد مصرف سطوح مختلف پتاسیم نسبت به شاهد باعث افزایش نسبت پتاسیم به سدیم در گیاه شد، به طوری که مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در

هکتار پتاسیم نسبت به شاهد ۲۵ درصد افزایش داشت. اختلاف آماری معنی‌داری بین دو سطح ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم پتاسیم مشاهده نشد (جدول ۳). از آن جا که به‌علت رقابت جذب یون در شرایط شوری، افزایش جذب یون سدیم موجب کاهش جذب یون پتاسیم بوسیله گیاه می‌شود و این کاهش جذب پتاسیم در میزان رشد و متابولیسم گیاه از جمله سنتز پروتیئن اختلال ایجاد می‌کند (احتشامی و چایی چی، ۱۳۷۷)

با افزایش مقدار سطح شوری، نسب پتاسیم به سدیم به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد، به طوری که نسبت پتاسیم به سدیم در تیمار شوری ۱۲ دسی زیمنس نسبت به تیمار شاهد بیش از ۵۰ درصد کاهش داشت (شکل ۴-۲۶). بیشترین نسبت پتاسیم به سدیم در تیمار شاهد به مقدار ۰/۲۱۶ درصد و کمترین نسبت پتاسیم به سدیم در تیمار ۱۲ دسی زمینس بر متر به مقدار (۰/۱۳۴) بدست آمد که با تیمار ۹ دسی زیمنس بر متر (به مقدار ۰/۱۳۷) از لحاظ آماری تفاوتی ندارد (جدول ۴). افزایش نسبت سدیم در نسبت سدیم به پتاسیم یکی از پیامدهای تنش شوری است که ممکن است سدیم جایگزین برخی از وظایف پتاسیم گردد (El Sayed *et al*., 2019). مطابق اظهارات Pirlak & Eşitken (2004) افزایش غلظت سدیم از جذب پتاسیم در گیاه ممانعت می کند که موجب افزایش نسبت سدیم به پتاسیم می گردد. گزارش شده است که شوری ۲۰۰ میلی مولار باعث کاهش ۴۷ درصدی وزن تر ساقه نسبت به شاهد در جو می شود که این کاهش وزن با کاهش یون پتاسیم در ساقه و افزایش یون سدیم در برگ همراه بوده است (احتشامی و چائی چی، ۱۳۷۷).

Zheng *et al* (2008) روی گندم نیز نشان داد که تنش شوری سبب افزایش تجمع سدیم، کاهش کلروفیل و کاهش فتوسنتز در برگ ارقام حساس به شوری گندم شد. افزایش غلظت یون سدیم و کاهش یون پتاسیم در برگ گیاهان زراعی تحت تأثیر تنش شوری و تأثیر منفی این فرایند بر فتوسنتز و وزن

خشک گیاه توسط بسیاری از محققین تأیید شده است (Kaya *et al*. 2001, Othman *et al*. 2006, Heidari & Jamshid 2010).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که مصرف پتاسیم از طریق افزایش تعداد کپسول در بوته و دانه در کپسول به همراه کاهش جذب سدیم و افزایش میزان جذب پتاسیم در شرایط شور سبب افزایش عملکرد دانه در خرفه می‌شود و مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط شور بالاترین عملکرد دانه در خرفه را تولید می کند. خرفه تحمل نسبتا خوبی به تنش شوری از خود نشان داد و تا سطح ۶ دسی زیمنس بر متر اکثر صفات مورد مطالعه نحت تأثیر تنش شوری قرار نگرفت، اما افزایش میزان شوری سبب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد شد. در این شرایط، مصرف پتاسیم اثر تعدیل کننده-گی از خود نشان داد. بر این اساس در شرایط شور استفاده از ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم تا شوری ۹ دسی زیمنس بر متر می تواند، سبب تولید عملکرد دانه مناسب در خرفه شود.

منابع

احتشامی، م. ر. و م. چائی چی. ۱۳۷۷. اثر شوری بر جوانه زنی دو رقم جو ، علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۵(۳): ۵۹-۷۱.

اردکانی، ع.، م. آرمین، و ا. فیله کش. ۱۳۹۵. اثر مقدار و نحوه کاربرد پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در شرایط شور. پژوهش-های زراعی ایران. ۱۴(۱۳): ۵۱۴-۵۲۵.

پازکی، ع. ر.، ح.، رضایی، و ا. نیکی.۱۳۹۱. تأثیر سطوح مختلف شوری وآسکوربیک اسید بر میزان عصاره هیدروالکلی گیاه دارویی خرفه. همایش ملی فرآورده‌های طبیعی و گیاهان دارویی. بجنورد، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، ۵ لغایت ۶ مهرماه ۱۹.

ثابت تیموری، م.، ح. خزاعی، م. نصیری محلاتی و ا. نظامی. ۱۳۸۸. تأثیر سطوح مختلف شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد

تـک بوته، خصوصیات مورفولوژیک و میزان کلروفیل برگ گیاه کنجد *Sesamum indicum* . تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی. ۲(۲): ۱۱۹-۱۳۰.

حیدری، م، و م، اصغری پور. ۱۳۹۰. اثر سطوح مختلف پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم دانه ای تحت تنش خشکی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۷۲(۱): ۳۷۳-۳۸۱.

رحیمی، ز.، م. کافی، ا. نظامی، و ر. خزاعی. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر سطوح شوری و سیلیسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گیاه خرفه. پژوهش‌های زراعی ایران. ۸(۳): ۴۸۱-۴۸۳.

صفری محمدیه، ز.، سمیعی، ل و ب. عابدی. ۱۳۹۴. تأثیر تنش شوری بر برخی پارامترهای عملکردی و خصوصیات مورفولوژیک گیاه نعناع سبز (*Mentha spicataL*) در شرایط هیدروپونیک. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه ای، ۶(۳):. ۹۷-۱۰۷.

عزیزآبادی، ا.، گلچین، ا و م، دلاور. ۱۳۹۳. تأثیر پتاسیم و تنش خشکی بر شاخص‌های رشد و غلظت عناصر غذایی برگ گیاه گلرنگ. علوم و فنون کشت‌های گلخانه ای. ۵(۱۹):.۶۵-۷۸.

فرهادی، ح.، عزیزی، م و ح، نعمتی. ۱۳۹۳. بررسی اثر تنش شوری بر خصوصیات موفولوژیک و میزان پرولین هشت توده بومی شنبلیه. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۲(۲): ۳۱۱-۳۱۹.

کافی، م.، ا. برزویی، م. صالحی، ع. کمندی، ع. معصومی، و ج. نباتی. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

متین، م.، ا. راهنما و م. مسکرباشی. ۱۳۹۴. تأثیر سطوح مختلف نانوپتاس و پتاس معمولی بر عملکرد و برخی خصوصیات مورفولوژیکی دو رقم گندم در شرایط شوری. علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۶(۱):.۸۳-۹۱.

نمازی، ل.، ا. نادیان، ا. علیزاده، و ع. معزی. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر جذب عناصر غذایی توسط ذرت میکوریزایی و غیرمیکوریزایی در غلظت‌های مختلف فسفر خاک. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران. ۲۱ الی ۲۴ تیر ماه ۱۳۸۸. دانشگاه گرگان. ص ۳۴۷-۳۴۹.

Ahanger, M. A. and R. Agarwal. 2017. Salinity stress induced alterations in antioxidant metabolism and nitrogen assimilation in wheat (*Triticum aestivum* L) as influenced by potassium supplementation. Plant physiology and biochemistry. 115:449-460.

Ahmed, S. 2009. Effect of soil salinity on the yield and yield components of mungbean. Pak. J. Bot. 41:263-268.

Ali, A., M. Hussain, H. S. Habib, T. T. Kiani, M. A. Anees, and M. A. Rahman. 2016. Foliar spray surpasses soil application of potassium for maize production under rainfed conditions. Turk J Field Crops. 21:36-32.

Arif, M., M. T. Tasneem, F. Bashir, G. Yaseen, and A. Anwar. 2017. Evaluation of different levels of potassium and zinc fertilizer on the growth and yield of wheat. International Journal of Biosensors & Bioelectronics. 3:242-246.

Ashraf, M., M. Ashfaq, and M. Ashraf. 2002. Effects of increased supply of potassium on growth and nutrient content in pearl millet under water stress. Biologia Plantarum. 45:141-144.

Bolat, I., C. Kaya, A. Almaca, and S. Timucin. 2006. Calcium sulfate improves salinity tolerance in rootstocks of plum. Journal of Plant Nutrition. 29:553-564.

Cakmak, I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 168: 521-530.

Chaitanya, K., C. R. Krishna, G. V. Ramana, and S. Beebi. 2014. Salinity stress and sustainable agriculture-a review. Agricultural Reviews. 35:34-41.

Chakraborty, K., D. Bhaduri, H. N. Meena, and K. Kalariya. 2016. External potassium (K^+) application improves salinity tolerance by promoting Na^+-exclusion, K^+-accumulation and osmotic adjustment in contrasting peanut cultivars. Plant physiology and biochemistry. 103:143-153.

Dagar, J. C., P. C. Sharma, D. K. Sharma, and A. K. Singh. 2016. Innovative saline agriculture. Springer.

Degl'Innocenti, E., C. Hafsi, L. Guidi, and F. Navari-Izzo. 2009. The effect of salinity on photosynthetic activity in potassium-deficient barley species. Journal of plant physiology. 166:1968-1981.

(*Helianthus annuus* L.). European journal of agronomy. 24:291-295.

Kiliç, C. C., Y. S. Kukul, and D. Anaç. 2008. Performance of purslane (*Portulaca oleracea* L.) as a salt-removing crop. Agricultural water management. 95:854-858.

Koshki, A. A., and M. Armin. 2016. Influence of potassium foliar application on cotton yield (*Gossypium barbadense* L.) under saline condition. Journal of Crop Nutrition Science. 2:52-60.

Ors, S., and D. L. Suarez. 2017. Spinach biomass yield and physiological response to interactive salinity and water stress. Agricultural water management. 190:31-41.

Othman, Y., G. Al-Karaki, A. Al-Tawaha, and A. Al-Horani. 2006. Variation in germination and ion uptake in barley genotypes under salinity conditions. World Journal of Agricultural Sciences. 2:11-15.

Parvaiz, A. and S. Satyawati. 2008. Salt stress and phyto-biochemical responses of plants-a review. Plant Soil and Environment. 54:89-99.

Pirlak, L. and A. Eşitken. 2004. Salinity effects on growth, proline and ion accumulation in strawberry plants. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science. 54:189-192.

Tränkner, M., E. Tavakol, and B. Jákli. 2018. Functioning of potassium and magnesium in photosynthesis, photosynthate translocation and

El Sayed, S., F. Hellal, N. G. El–Rab, and R. Zewainy. 2019. Ameliorative Effects of Potassium on the Salinity Stress in Plants: A Review. Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 32 :1-15.

Grieve, C. and D. Suarez. 1997. Purslane (*Portulaca oleracea* L.): a halophytic crop for drainage water reuse systems. Plant and Soil. 192:277-283.

Hamada, A. and A. El-Enany. 1994. Effect of NaCl salinity on growth, pigment and mineral element contents, and gas exchange of broad bean and pea plants. Biologia Plantarum. 36:75-81.

Heidari, M. and P. Jamshid. 2010. Interaction between salinity and potassium on grain yield, carbohydrate content and nutrient uptake in pearl millet. J Agric Biol Sci. 5:39-46.

Husain, S., R. Munns, and A. T. Condon. 2003. Effect of sodium exclusion trait on chlorophyll retention and growth of durum wheat in saline soil. Australian Journal of Agricultural Research. 54:589-597.

Kaya, C., H. Kirnak, and D. Higgs. 2001. Enhancement of growth and normal growth parameters by foliar application of potassium and phosphorus in tomato cultivars grown at high (NaCl) salinity. Journal of Plant Nutrition. 24:357-367.

Kaya, M. D., G. Okçu, M. Atak, Y. Cıkılı, and Ö. Kolsarıcı. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower

mutant Golden Promise. Plant and Soil. 250:183-191.

Yagmur, M., D. Kaydan, and N. Okut. 2007. Alleviation of salinity stress during seed germination in wheat (Triticum aestivum) by potassium applications. The Indian Journal of Agricultural Sciences. 77.

Zheng, Y., A. Jia, T. Ning, J. Xu, Z. Li, and G. Jiang. 2008. Potassium nitrate application alleviates sodium chloride stress in winter wheat cultivars differing in salt tolerance. Journal of plant physiology. 165:1455-1465.

photoprotection. Physiologia plantarum. 163:414-431.

Vadaliya Bhumika, M., K. Parmar, R. Ribadiya Trupti, and L. Vekaria. 2019. Effect of salinity on yield, yield attributing characters and quality of sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties. International Journal of Chemical Sciences. 7:2278-2281.

Wei, W., P. E. Bilsborrow, P. Hooley, D. A. Fincham, E. Lombi, and B. P. Forster. 2003. Salinity induced differences in growth, ion distribution and partitioning in barley between the cultivar Maythorpe and its derived

Effect of potassium amount on reducing the effects of salinity stress in Common purslane (*Portulaca oleracea* L.)

M.R. Salehabadi[1], M. Armin[2*], M. jamimoeini[3]

1. Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

2. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

3.Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

Abstract

In salt stress conditions, the use of moderating substances such as potassium-containing fertilizers can reduce the negative effects of saline on yield and yield components of crops. The objective of this study was to determine the effect of potassium amount on yield and yield components of Common Purslane (*Portulaca oleracea* L.) grown under salt stress. The study was conducted in pot experiments under greenhouse conditions in Sabzevar branch, Islamic Azad university in 2016. A factorial experiment was carried based on completely randomized design with three replication. Factors were: amount of potassium (0. 150 and 300 kg k_2O ha^{-1}) as Solopotash form and salinity levels (0, 6, 9 and 12 $dS.m^{-1}$). The results showed that increasing potassium amount in salt stress conditions increased the yield and yield components of Common purslane and the highest plant height, number of lateral branches, number of capsule per plant, number of seeds per capsule, dry weight of plant, grain yield, potassium content and lowest amount of sodium was obtained by consuming 300 kg. ha^{-1}. Salinity at 12 dS.m-1 level, 57.75% reduced plant height, 55.75% number of lateral branches, 37.27% capsules per plant, 68.56% seeds per capsule, 67.57% 1000 seed weight, 71% plant dry weight, 47.21% grain yield and 41.91% plant potassium content and increased 27.65% sodium content compared to control. In total, the results showed that till 9 $dS.m^{-1}$ grain yield was not statistically significant and consumption of 300 $kg.ha^{-1}$ was more suitable for reducing the effects of salinity stress.

Key words: Common purslane, Medicinal plant, Potassium, Salinity

* Corresponding author (Armin@iaus.ac.ir)