DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijmapr.2011.6369

فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۲۷، شمارهٔ ۳، صفحهٔ ۳۷٤-۳۵۹ (۱۳۹۰)

تأثیر سطوح شوری و سیلیسیم بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک گیاه دارویی خرفه (*Portulaca oleracea* L.)

زینب رحیمی[1*]، محمد کافی[2]، احمد نظامی[3] و حمیدرضا خزاعی[3]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
پست الکترونیک: zrahimi2007@yahoo.com
۲- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۸۸ تاریخ اصلاح نهایی: دی ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۸۹

چکیده

خرفه (*Portulaca oleracea* L.) گونه‌ای هالوفیت یک‌ساله می‌باشد که می‌تواند به‌عنوان سبزی، علوفه یا گیاه دارویی در شرایط شور مورد توجه قرار گیرد. سیلیسیم دومین ترکیب معدنی بعد از اکسیژن در کره زمین می‌باشد. هر چند هنوز نقش آن در گیاهان کاملاً روشن نیست، ولی اثرهای مثبتی بر عملکرد و مقاومت به تنش‌های محیطی در گیاهان داشته‌است. به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری و سیلیسیم بر برخی پارامترهای مورفوفیزیولوژیکی گیاه خرفه آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده با چهار سطح شوری (۰/٦، ۷، ۱٤ و ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر) و دو سطح سیلیسیم (عدم کاربرد و کاربرد (۱ میلی‌مولار سیلیکات سدیم)) و با سه تکرار در سال ۱۳۸۷ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. نتایج نشان داد 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 ۱٤ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند، ولی در ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر کلرید سدیم کاهش معنی‌داری یافتند، در حالی‌که وزن ویژه برگ با افزایش شوری افزایش معنی‌داری یافت. کاربرد سیلیسیم تأثیر مثبت و معنی‌داری در تعداد برگ در بوته، ارتفاع ساقه اصلی و شاخص سطح برگ داشت. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که این گیاه تا حد زیادی به شوری مقاومت دارد و می‌تواند در مناطق تحت تنش شوری به‌عنوان گیاه دارویی مورد توجه قرار گیرد. همچنین شاید بتوان از سیلیسیم به‌عنوان یک عنصر مفید در افزایش عملکرد گیاهان زراعی و همچنین افزایش مقاومت آنها به تنش‌های محیطی استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: خرفه (*Portulaca oleracea* L.)، برگ، ساقه، شاخساره، کلرید سدیم.

مقدمه

امروزه گیاهان دارویی در تـأمین سـلامت جامعـه از جایگاه خاصی برخوردارند. به‌طوری کـه تنـوع شـرایط آب و هوایی ایران و قدمت استفاده از گیاهـان دارویـی در فرهنگ مردم کشورمان، توجه پژوهشـگران و مراکـز تحقیقاتی را بیش از پیش به بهره‌برداری مناسب از ایـن گیاهان ارزشمند به خود اختصاص داده‌است (باباخـانلو و همکاران، ۱۳۷۷).

وجود عرصه‌های وسیع شور و محدودیت‌هـای ایـن اراضی در جهت توسعه کشت گیاهـان زراعـی یکـی از مشکلات جدی در کشاورزی به‌شمار می‌آیـد (قنبـری و همکاران، ۱۳۸۵). در حـال حاضـر شـوری خـاک‌هـای کشاورزی افزایش یافته و آب شیرین قابل دسـترس بـه علـت بهـره‌بـرداری بـیش از حـد و اتـلاف آن محـدود شده‌اسـت (Khan & Weber, 2006). Munns (۱۹۹۳) گزارش کرده‌اسـت کـه بـیش از ۸۰۰ میلیـون هکتـار از سطح زمـین‌هـای جهـان متـأثر از شـوری مـی‌باشـند و تخمین زده مـی‌شـود کـه سـالانه ۲۰ میلیـون هکتـار از اراضـی، تحـت تـأثیر اثـر منفـی آن قـرار مـی‌گیرنـد (Malcolm, 1991).

خرفه (*Portulaca oleracea* L.) گیاهی چهار کربنه است که به سهولت در خاک‌های اسیدی یا شـور رشـد می‌کند و به همین دلیل ازجمله گیاهان هالوفیـت اسـت (Kumamoto *et al*., 1990). اسـتفاده از ایـن گیـاه به‌عنوان یک گیاه خوراکی و دارویی سابقه طولانی دارد، به‌طوری‌که در لیست سازمان بهداشت جهانی بـه‌عنـوان گیاهی کـه دارای مصـارف دارویـی بسـیاری مـی‌باشـد، به‌عنوان «داروی همه دردها» معرفی شده‌اسـت (Samy *et al*., 2005). در چین باستان در درمان اسهال خـونی، بواسیر، در اسـتعمال خـارجی دمـل، التهـاب و زخـم و جراحت، اگزما، گزیدگی مار و حشرات مـورد اسـتفاده قرار می‌گرفته‌است (Xie, 2002). ایـن گیـاه یـک منبـع عالی برای آنتی‌اکسیدان‌ها مانند ویتامین‌هـای A، C و E و بتاکاروتن می‌باشد و توانایی خنثی کردن رادیکال‌های آزاد را دارا بـوده و قابلیـت جلـوگیری از بیماریهـای قلبـی- عروقـی و سـرطان و بیماریهـای عفـونی را دارا می‌باشد (Liu *et al*., 2000). ساقه‌های این گیاه غنـی از اسیدهای چرب امگا ۳، آلفاتوکوفرول، اسکوربیک اسید، بتاکـاروتن و گلوتـاتیون هسـتند (Simopoulos *et al*., 1992).

سیلیسیم دومین ترکیب عنصر معدنی در خـاک پـس از اکسیژن بـوده و تقریبـاً ۳۱٪ پوسـته زمـین را اشـغال کرده‌است (Epstein, 1999). اگرچه سیلیسیم بـه‌عنـوان عنصـر ضـروری بـرای رشـد اکثـر گیاهـان معرفـی نشده‌است، اما اثرهای سودمندی در رشد و نمو گیاهـان دارد (Epstein, 1999). از اثرهای مفید سیلیسیم تعـدیل اثر مضر آلومینیوم و سمیت منگنز (Hodson & Evans, 1995)، بهبـود کـارایی مصـرف آب (Hu & Schmidhalter, 2005) و افزایش تحمل شوری (Liang *et al*, 2003) گـزارش شـده‌اسـت. Liang و همکـاران (۲۰۰۳) اثر متقابل شوری و سیلیسیم را در جو آزمایش و نتیجه گرفتند کـه سیلیسـیم تجمـع سـدیم در گیـاه را کاهش می‌دهد. در محلـول خـاک سیلیسـیم بـه‌صـورت سیلیس حل شده (مونوسیلیسـیک اسـید) وجـود دارد و با همـین فـرم جـذب گیـاه مـی‌شـود (Raven, 1983). شوری باعث افزایش یون سدیم در بخش هوایی گیاهان و به‌خصوص در ریشه می‌شود، اما تغذیه با سیلیسیم در گیاه موجب کاهش غلظت این یون در بافت‌ها می‌شـود.

وقتی تنش شوری ایجاد می‌شود، کاهش پتانسیل اسمزی و سمیت ناشی از یون سدیم گیاه را با مشکل مواجه می‌سازد. سیلیسیم با کاهش جذب سدیم اثر سمی این یون را کاهش داده و در نتیجه بهبود رشد را سبب می‌شود (بندانی و عبدل‌زاده، ۱۳۸٦).

با توجه به مشکل شوری در مناطق خشک و نیمه‌خشک ازجمله ایران، کاشت گیاهان شورزیست در این نواحی از راه‌حلهای نویدبخش برای مقابله با شوری به‌شمار می‌آید. به‌رغم این‌که خرفه، به‌عنوان یکی از مهمترین گیاهان دارویی جدید مطرح می‌باشد که از دیرباز نیز جایگاه ویژه‌ای در طب سنتی ایران داشته‌است، همچنین نیاز آبی اندکی داشته و در برابر تنش شوری نیز مقاوم می‌باشد، ولی تاکنون تحقیق مستندی در مورد جنبه‌های مورفوفیزیولوژی این گیاه انجام نشده‌است. بنابراین این پژوهش به منظور بررسی تأثیر سطوح شوری و سیلیسیم بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک خرفه به‌عنوان یک هالوفیت دارویی ارزشمند انجام شد.

مواد و روشها

این آزمایش در قالب طرح کرت‌های خرد شده در زمان در تابستان سال ۱۳۸۷ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح شوری (۰/٦، ۷، ۱٤ و ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر) و دو سطح سیلیسیم (عدم کاربرد و کاربرد (۱ میلی‌مولار سیلیکات سدیم)) (بندانی و عبدل‌زاده، ۱۳۸٦) بودند که در ۹ سطح زمان و با سه تکرار مورد مطالعه قرار گرفتند. تیمار شاهد با آب شهری مشهد با شوری ۰/٦ دسی‌زیمنس بر متر آبیاری شد. فاکتورهای شوری و سیلیسیم در هم فاکتوریل شده و به‌عنوان کرت اصلی و زمان به‌عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شدند.

محیط کشت جعبه‌های پلاستیکی با طول و عرض ٦۰×٤۰ و با ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر بود که با ماسه با قطر حدود دو میلی‌متری کاملاً شسته‌شده پُر شدند. بذرهای خرفه توده بومی مشهد با محلول وایتکس ۵٪ به مدت دو دقیقه ضدعفونی شده و با تراکم نهایی ٤۸ بوته در هر جعبه در روی ٤ ردیف با فاصله ۱۰ سانتی‌متری از یکدیگر کشت شدند. تغذیه گیاهان با محلول هوگلند روزانه سه بار با سیستم آبیاری قطره‌ای و به کمک پمپ الکتریکی انجام می‌شد که از مرحله چهار برگی برای جلوگیری از شوک عناصر غذایی به تدریج اعمال شد. روزانه آب کاهش یافته به دلیل تبخیر و تعرق از سطح جعبه‌ها نیز جایگزین می‌گردید. تیمار شوری نیز برای جلوگیری از شوک اسمزی به تدریج از مرحله هشت برگی اعمال شد. بدین صورت که یک هفته با نصف هدایت الکتریکی مورد نظر و بعد هدایت الکتریکی کامل اعمال شد. سیلیسیم نیز یک هفته پس از اعمال تیمار کامل شوری با غلظت (یک میلی‌مولار) با استفاده از سیلیکات سدیم (Na_2SiO_3) اعمال شد (بندانی و عبدل‌زاده، ۱۳۸٦).

محلول غذایی هر دو هفته یک‌بار تعویض می‌شد و این روند تا پایان فصل رشد که ۱۱۰ روز به طول انجامید ادامه داشت. هدایت الکتریکی و pH محلول‌های غذایی هر سه روز یک‌بار کنترل می‌شدند.

تنک کردن بوته‌ها در طی چند مرحله (چهار برگی، شش برگی و هشت برگی) انجام شده و به تراکم اصلی (٤۸ بوته در جعبه) رسانده شد. اولین نمونه‌برداری از

مرحله ده برگی (یک ماه پس از کاشت و ۲۸ روز پس از سبز شدن) انجام گردید و نمونه‌گیریهای بعدی هر هفته یک‌بار تا پایان دوره رشد که ۱۱۰ روز به طول انجامید انجام شد. برای اندازه‌گیری و محاسبه پارامترهای (وزن تر و خشک برگ و ساقه، ارتفاع ساقه، سطح برگ و ساقه، تعداد برگ در بوته، انشعابات در ساقه اصلی، شاخص سطح برگ، وزن و سطح ویژه برگ) در هر بار نمونه‌برداری سه گیاه از هر جعبه به‌صورت تصادفی انتخاب و در پاکت‌های پلاستیکی قرار داده و به آزمایشگاه منتقل می‌شدند. پس از اندازه‌گیری وزن تر برگ و ساقه‌ها به‌صورت جداگانه، سایر شاخص‌ها نیز اندازه‌گیری و محاسبه شده و برای تعیین وزن خشک نمونه‌ها در پاکت‌های کاغذی قرار گرفته و در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد تا پایان خشک شدن کامل نمونه‌ها (به‌علت محتوای رطوبتی بالای آنها) قرار گرفته و بعد توزین می‌شدند.

سطح برگ با استفاده از دستگاه (Leaf Area (Meter; Model LI-31 DOC (LI-COR) اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل با نرم‌افزار مینی‌تب در محیط ویندوز (Ver. 14.0) و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گردید.

نتایج

وزن تر و خشک اندام‌های هوایی

با افزایش شوری تا ١٤ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری در وزن تر برگ بین تیمارها مشاهده نشد، اما در سطح شوری ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر کاهش معنی‌داری یافت و از ۲۷۵۹/٤ گرم بر مترمربع در شاهد به ۱۳۷۲/۳ گرم بر مترمربع کاهش یافت. این شاخص در طی زمان افزایش یافت و پس از هفتاد و نه روز پس از کاشت به حداکثر مقدار خود (٥٤٥٢ گرم در مترمربع) رسید و پس از آن کاهش معنی‌داری یافت و در ٨٦ روز پس از کاشت به ۳۷٤٦ گرم کاهش یافت (شکل ۱ و جدول ۲).

با افزایش شوری تا سطح ١٤ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری در بین تیمارها در وزن خشک برگ مشاهده نشد، اما در ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری یافت و از ۱۷۷/٤ گرم در مترمربع به ۱۰۹/۲ گرم در مترمربع کاهش یافت (جدول ۲). در طی زمان نیز وزن خشک برگ افزایش معنی‌داری یافت، پس از هفتاد و دو روز پس از کاشت به حداکثر مقدار خود (۳٦۷/۹ گرم در مترمربع) رسید، اما تفاوت معنی‌داری پس از آن در این شاخص دیده نشد (جدول ۳). به‌طوری که بیشترین برهم‌کنش زمان و شوری پس از هفتاد و نه روز پس از کاشت و در سطح شوری ١٤ دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد (شکل ۲).

وزن تر و خشک ساقه تا سومین سطح شوری تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند و پس از آن کاهش معنی‌داری یافتند (جدول ۲). وزن تر ساقه با افزایش رشد گیاه افزایش و در انتهای فصل رشد با خشک شدن محتوی آب ساقه کاهش یافت (جدول ۳). در اثر متقابل زمان و شوری وزن تر ساقه افزایش معنی‌داری یافت و پس از هفتاد و نه روز پس از کاشت به بیشترین مقدار خود (١٤٨٥٠ گرم در مترمربع) رسید و پس از آن کاهش یافت (شکل ۳). وزن خشک ساقه در اثر متقابل زمان و شوری تفاوت معنی‌داری یافت و بیشترین مقدار آن در تیمار شاهد و پس از هشتاد و

شش روز پس از کاشت مشاهده شد (شکل ٤). کاربرد سیلیسیم در بررسی اثر متقابل شوری و سیلیسیم اندکی سبب افزایش وزن تر ساقه گردید و این افزایش در بیشترین سطح شوری بیشتر مشهود بود (جدول ٥).

تعداد برگ در بوته

با افزایش شوری تا سطح ١٤ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری با شاهد در این پارامتر مشاهده نشد و فقط در ٢١ دسی‌زیمنس بر متر کلرید سدیم در اثر اصلی شوری کاهش یافت (جدول ٢). با گذشت زمان طی رشد گیاهان تعداد برگ‌ها افزایش یافت و پس از هفتاد و دو روز پس از کاشت به حداکثر خود رسید و در هشتاد و شش روز پس از کاشت با رسیدن به مراحل انتهایی فصل رشد و ریزش برگ‌های گیاهان کاهش معنی‌داری یافت (جدول ٣). با کاربرد سیلیسیم در اثر متقابل شوری و سیلیسیم تعداد برگ‌ها افزایش یافت. اثر مثبت سیلیسیم در این پارامتر با افزایش شوری تا سطح ١٤ دسی‌زیمنس بر متر بیشتر مشهود بود، اما در سطح شوری ٢١ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری در کاربرد و عدم کاربرد آن ایجاد نشد. تعداد برگ در اثر اصلی سیلیسیم تفاوت معنی‌داری داشت و با کاربرد سیلیسیم افزایش معنی‌داری یافت (شکل ٥).

شاخص سطح برگ

افزایش شوری تا سطح ١٤ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری در شاخص سطح برگ نشان نداد و پس از آن کاهش معنی‌داری مشاهده شد (جدول ٢). شاخص سطح برگ با گذشت زمان افزایش معنی‌داری یافت و هفتاد و دو روز پس از کاشت به حداکثر مقدار خود رسید و پس از آن کاهش یافت (جدول ٣). سیلیسیم در اثر متقابل شوری و سیلیسیم فقط در تیمار شاهد اندکی این شاخص را افزایش داد، اما در سطوح شوری تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد (جدول ٥). در بررسی اثر متقابل زمان و شوری بیشترین مقدار آن در مرحله اول و در سطح شوری ٧ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (شکل ٦). به‌طوری که در بررسی اثر اصلی سیلیسیم مشاهده شد که کاربرد سیلیسیم تأثیر مثبت معنی‌داری در شاخص سطح برگ داشته است (جدول ٤).

وزن ویژه برگ

با افزایش شوری وزن ویژه برگ افزایش معنی‌داری یافت و در سطح شوری ٢١ دسی‌زیمنس بر متر به حداکثر خود رسید ولی در سه سطح شوری پایین‌تر تفاوت معنی‌داری در بین آنها مشاهده نشد (جدول ٢). در طی زمان نیز این شاخص تفاوت معنی‌داری نیافت (جدول ٣).

سطح ویژه برگ

با افزایش شوری تا سطح ١٤ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری در بین تیمارها مشاهده نشد و پس از آن کاهش یافت (جدول ٢). در طی زمان سطح ویژه برگ کاهش معنی‌داری یافت و بیشترین مقدار آن در سی روز پس از کاشت دیده شد (جدول ٣). در اثر متقابل شوری و زمان بیشترین مقدار در سطوح شوری ٧ و ١٤ دسی‌زیمنس بر متر در سی روز پس از کاشت مشاهده شد و پس از آن کاهش معنی‌داری یافت (شکل ٧). کاربرد سیلیسیم در اثر متقابل شوری و سیلیسیم تا

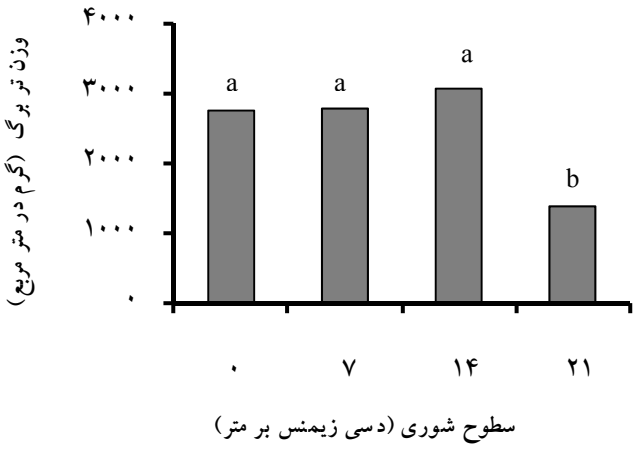
سومین سطح شوری سبب افزایش معنی‌داری در سطح ویژه برگ شد، اما تفاوت معنی‌داری در سطح شوری ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر ایجاد نکرد (جدول ۵).

تعداد شاخه فرعی (شاخساره)

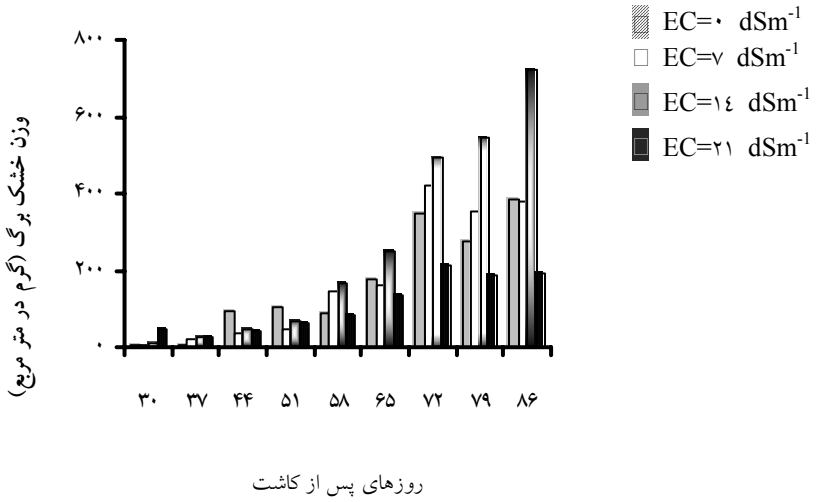
افزایش شوری تا سطح ۱٤ دسی‌زیمنس بر متر بر روی تعداد شاخه فرعی تفاوت معنی‌داری نداشت، اما در سطح ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر کاهش معنی‌داری یافت (جدول ۲). به‌طوری که با گذشت زمان تعداد شاخه فرعی تا هفتاد و نه روز پس از کاشت افزایش یافت و به حداکثر خود رسید و پس از آن کاهش معنی‌داری یافت (جدول ۳). در اثر متقابل شوری و زمان بیشترین مقدار در سطح شوری ۱٤ دسی‌زیمنس بر متر پس از هفتاد و نه روز پس از کاشت مشاهده شد (شکل ۸).

ارتفاع ساقه اصلی

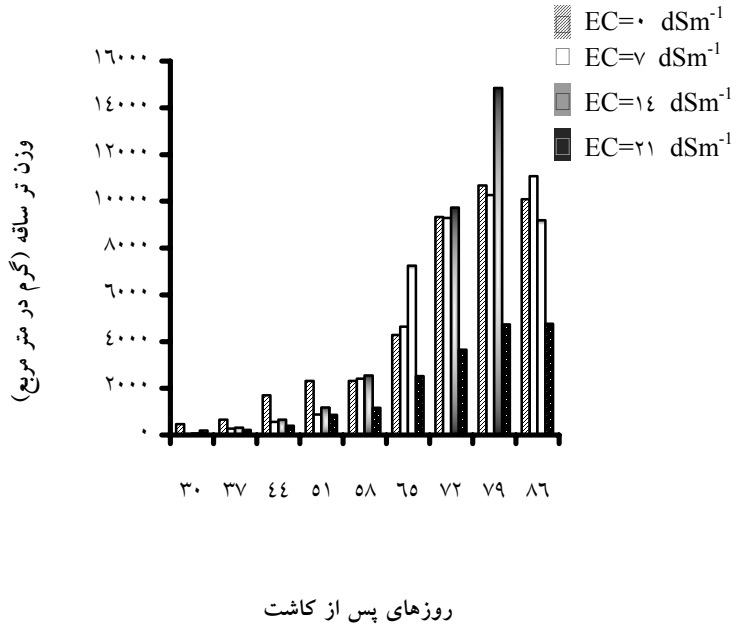
افزایش شوری تا سطح ۱٤ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری در این شاخص ایجاد نکرد و پس از آن کاهش معنی‌داری یافت (جدول ۲). ارتفاع ساقه اصلی در طی زمان افزایش یافت و پس از هفتاد و نه روز پس از کاشت به حداکثر مقدار خود رسید و پس از آن تفاوت معنی‌داری نیافت (جدول ۳). در بررسی اثر متقابل زمان و شوری نیز بیشترین مقدار آن پس از هفتاد و نه روز پس از کاشت در سطوح شوری ۷ و ۱٤ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (شکل ۹). به نحوی که کاربرد سیلیسیم تأثیر مثبت معنی‌داری در این شاخص در اثر اصلی سیلیسیم داشت (جدول ٤).



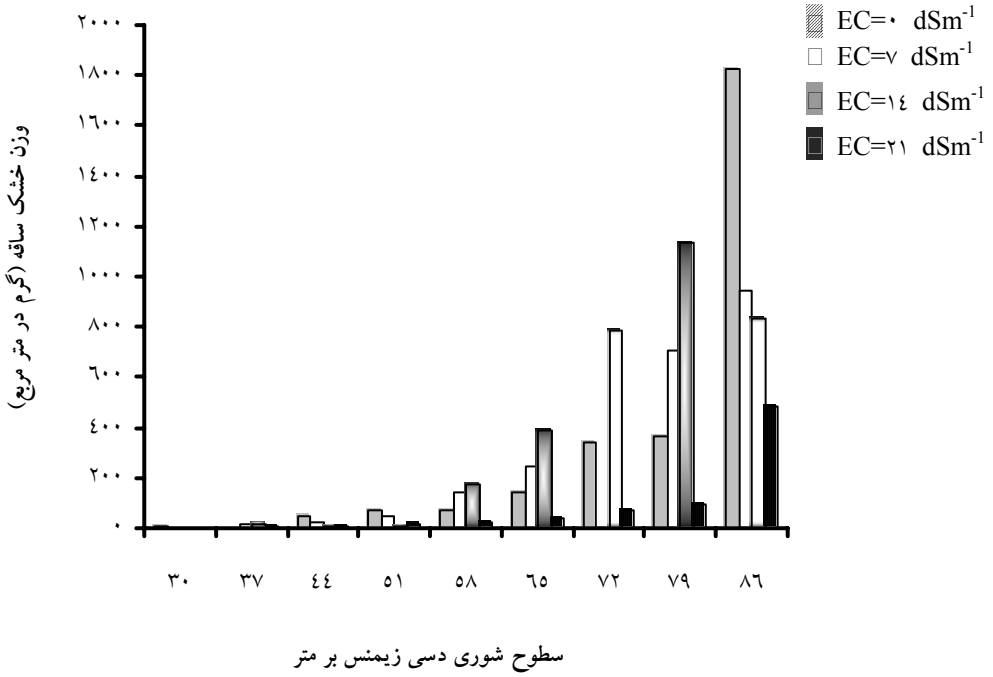
شکل ۱- اثر سطوح مختلف شوری بروزن تر برگ گیاه خرفه (LSD = ۱۰۹٤)



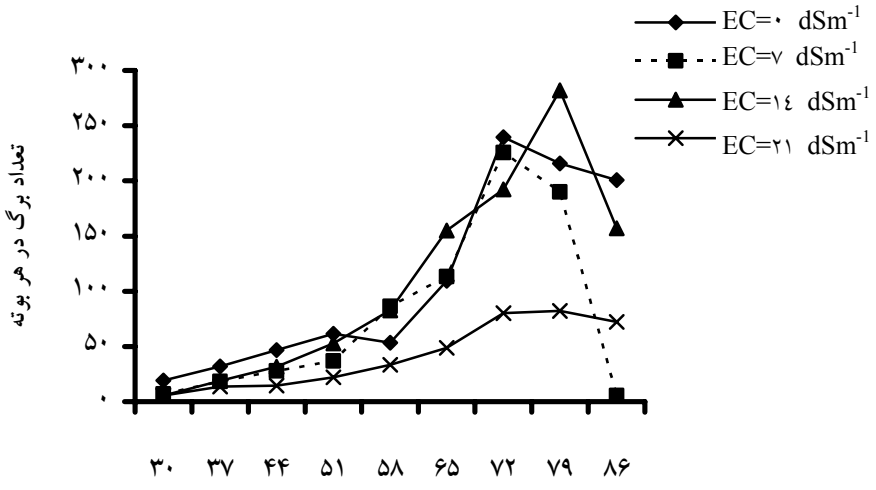
شکل ۲- برهم‌کنش شوری و زمان بر وزن خشک برگ خرفه (LSD = ۸۸/٤۷)



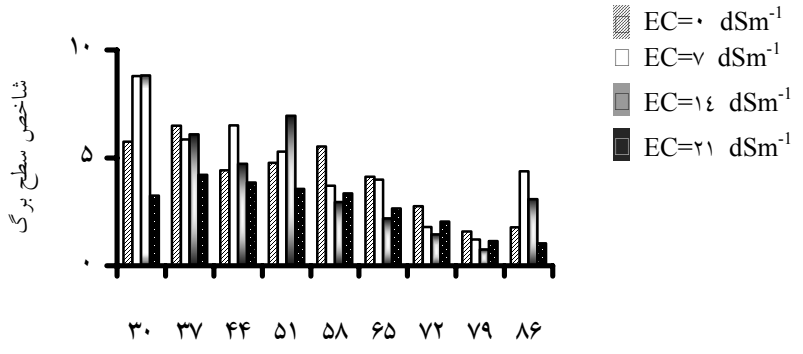
شکل ۳- برهم‌کنش شوری و زمان بر وزن تر ساقه خرفه (LSD = ۲۰۷٦)



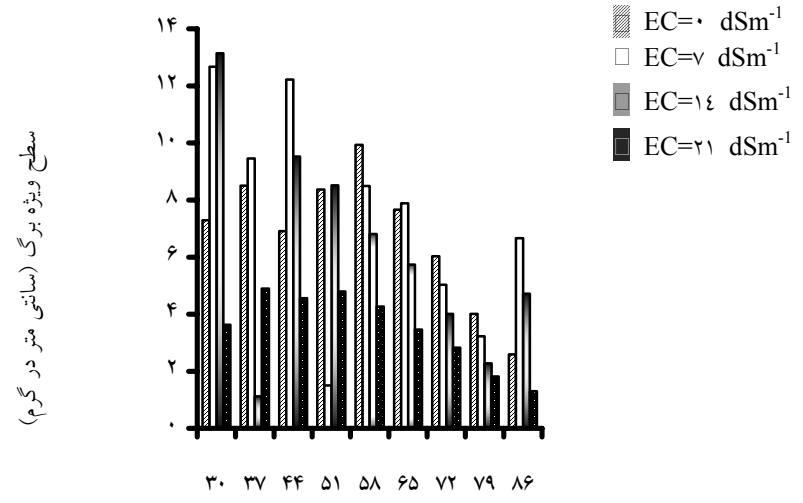
شکل ٤- برهم‌کنش شوری و زمان بر وزن خشک ساقه خرفه (LSD = ۵۳۰/۲)



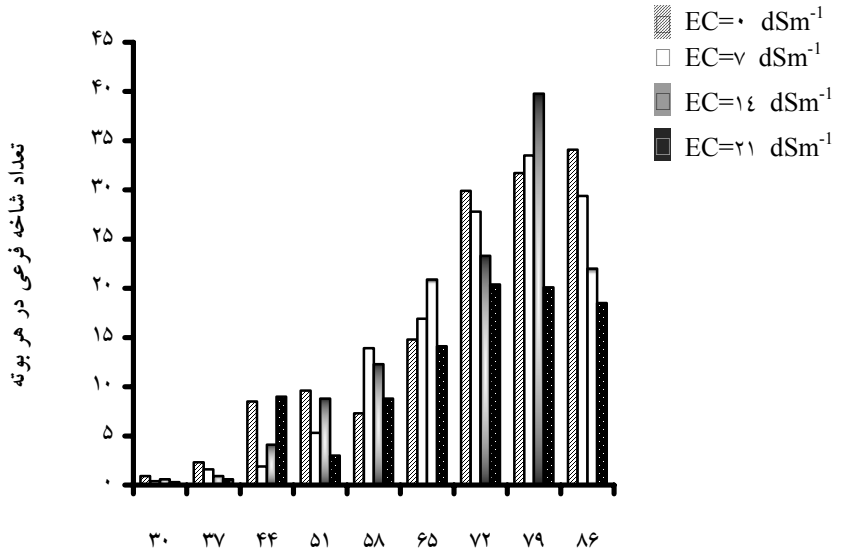
شکل ۵- برهم‌کنش شوری و زمان بر تعداد برگ خرفه (LSD = ۳۸/٦۲)



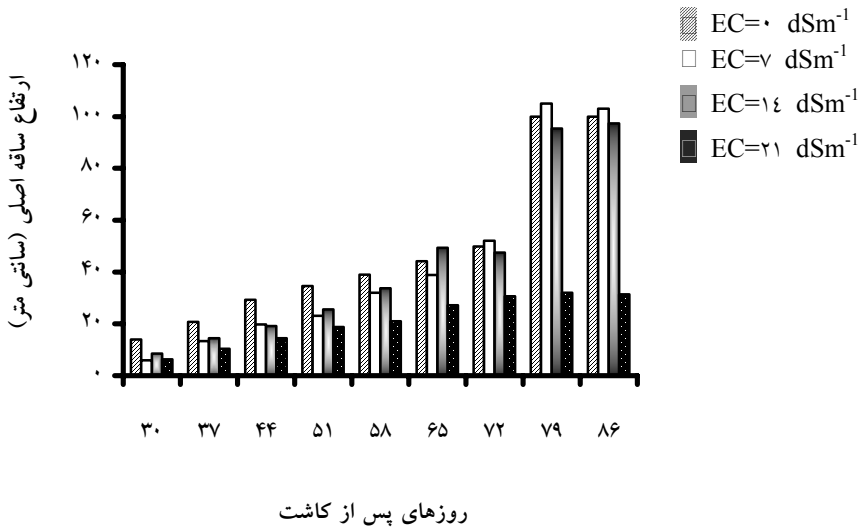
شکل ٦- برهم‌کنش شوری و زمان بر شاخص سطح برگ خرفه (LSD = ۱/۳۷۸)



شکل ۷- برهم‌کنش شوری و زمان بر سطح ویژه برگ خرفه (LSD = ۲/۳۷۱)



شکل ۸- برهم‌کنش شوری و زمان بر تعداد شاخه‌های فرعی (شاخساره) در هر بوته خرفه (LSD = ٦/۳۵۵)



شکل ۹- برهم‌کنش شوری و زمان بر ارتفاع ساقه اصلی خرفه (LSD = ۹/۳۰۲)

جدول ۱- میانگین مربعات ویژگی‌های رشد خرفه در طی فصل رشد

مقدار آب برگ	مقدار آب ساقه	تعداد برگ در هر بوته	شاخص سطح برگ	وزن ویژه برگ	سطح ویژه برگ	تعداد انشعابات (شاخه فرعی)	تعداد گره در ساقه اصلی	ارتفاع ساقه اصلی	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه
۳۶۷۳۳۴۱	٤٦٢٨٠١	۵۳۵۵ **	۸/۳۳٦ **	۰/۰۰۰۰۰٦۷	۰/۲۷	٦۳/٤۵	۱۲/۱٦۳	۳٦/۷	۷۲۵۵	۲۲۰۵۱
۲۷٦۰۵٦۰۹	۸۰۸۹۱٤۵۳ *	۵۷٦۲۳ *	۱۳٤/۹۹۸ *	۰/۰۰۰۹۱٦۵ *	۲٤٦/۳۳۳ *	۳٦۵/۷٤ *	۲۷۰/۸۸۵ *	۳۸٦۹/۰ *	۱۲۰٦۲۷ *	۹۵۲۱۵٤ *
٦۱۲۷۲۹۷	۱۲۰۸۳٦۵۳ **	۳۱۲۱ **	۱۰/۳۸۲ *	۰/۰۰۰۰۲٦۱	۱۷/۱۱۵ *	٤۲/۲۸	۳/۹۸۸	٦۲/٦	۱۱۵٦۳	۸۳۰۹۲
٦٦۸٤۲۹۰	۱۵۷۷٤۱٤۸	۳۳۲۱	۹/۵۵٤	۱/۰۰۰۰۲۵۱	۷/۸۰۸	۱۳٦/٤۳	۱٦/۰۹۸	٤۳۷	۱۸٦۸۸	۳٤٤۷۷۱
۷۵٦۹۱۲۷۳ *	۳۲۰۱٤۱٤۹۷ *	۱۲۸۸۳۸ *	۱۹۳/٦۳۱ *	۰/۰۰۰۱٦۳۵ *	۱۲۳/۵۳۳ *	۳۳۰۱/۹٤	۳۲٤/۹۰۵ *	۸۸٦۲/٤ *	٤۸۸٦۰٦ *	۲۹۲۳٦۷۲ *
۷۵۳۱۷٤	۱٤۵٦٤۷٦	۹۵۰	۰/۸۸۹	۰/۰۰۰۰۳۰٤	۱/٤۱۲	۱۵/٦۲	۲/۵٤۳	۱۰٦/۰	۱۳٦۲	۵۵۳۷۲
۳۰۹۷۸٦۷	۱۳۵٤۲۱۰۹	٦۸۳۳ *	۱۰/۷۱۰*	۰/۰۰۰۰۷۸۱ *	۱۵/۹۳۲ *	۸۱/۲۵ *	۱۱/۱٤۹ *	۷۷۲/۹ *	۲٦۰۱۲ *	۳۷۹۸۱٤ *
۲٦۰۵٦۹۹	٦٤٦۸۱۵۳	۱۵۵۷	۲/۲٦۸	۰/۰۰۰۰۲٦۷	۳/٤٤۲	۳۲/۹٦	٤/۱۹۰ *	۸۰/۷	٦٤۲۱	۳۱۰۰۰ *
۳٦۸٤۳۲٤	۳۱۷۱۵۳۸	۱۱٤۳	۱/٤۵٤	۰/۰۰۰۰٤۱۸	٤/۳۰۸	۳۰/۹۵	۱/۹۸۲	۹٦/٦	۵۹۹۸	۲۱۵۳۷۷

.هند.

جدول ۲- مقایسه‌های میانگین ویژگی‌های رشدی خرفه در طی فصل رشد در سطوح مختلف شوری

سطوح شوری (dSm^{-1})	۰	۷	۱٤	۲۱
وزن تر ساقه ($g\ m^{-2}$)	٤٦٤۷/۸ a	٤۳۸۲/۱ a	۵۰۹۰/۰ a	۲۰۵۷/۵ b
وزن خشک برگ ($g\ m^{-2}$)	۱۷۷/٤ a	۱۷٤/۳ a	۲۲٤/۲ a	۱۰۹/۲ b
وزن خشک ساقه ($g\ m^{-2}$)	۳۲۰/۱ ab	۳۱۲/٦ ab	۳۸۳/۵ a	۸۰/۹ b
تعداد برگ در بوته	۱۰۸/۷ a	۱۰۲/۱ a	۱۰۸/۷ a	٤۱/۵ b
شاخص سطح برگ	٤/۹۲۸ a	٤/٤٤۷ a	٤/۷۰۱ a	۱/۵۵٤ b
وزن مخصوص برگ ($g\ cm^{-2}$)	۰/۰۰۷ a	۰/۰۰۷ a	۰/۰۰۸ a	۰/۰۱٦ b
سطح مخصوص برگ ($cm^2\ g^{-1}$)	٦/۸۱۵ a	۸/٤٦۲ a	۷/۲۱ a	۳/٤٦۲ b
تعداد شاخه فرعی (انشعابات) در بوته	۱۵/۱ a	۱٤/۵ a	۱٤/۸ a	۹/٦ b
ارتفاع ساقه اصلی (cm)	٤۸/۰٦ a	٤۳/۸۰ a	٤٤/٤۹ a	۲۱/۳۹ b

در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ در آزمون دانکن می‌باشند.

جدول ۳- مقایسه‌های میانگین ویژگی‌های رشد خرفه در طی فصل رشد در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری

روزهای پس از کاشت	۳۰	۳۷	٤٤	۵۱	۵۸	٦۵	۷۲	۷۹	۸٦
وزن تر برگ ($g\ m^{-2}$)	۱۷۳/۷ f	۵۰۳/۳ ef	۱۵۸۰ de	۱۱۸۳ def	۱۸۷۱ cd	۲۸۹٦ bc	۵٤۵۲ a	۵۰۵۱ a	۳۷٤٦ b
وزن تر ساقه ($g\ m^{-2}$)	۱۸۸/۱ e	۳۷۰/٦ e	۸۲۸/۸ e	۱۳۱۰/۰ de	۲۱۱۷/۰ d	٤٦۷٤/۰ c	۸۰۰۰/۰ b	۱۰۱۳۰/۰ a	۸۷۸۱/۰ b
وزن خشک برگ ($g\ m^{-2}$)	۲۹/۷ d	۳۳/٤ d	۵۳/۹ d	٦۹/۸ d	۱۲۱/٦ c	۱۸۰/۷ b	۳٦۷/۹ a	۳۳۹/۸ a	۳٤٤/۷ a
وزن خشک ساقه ($g\ m^{-2}$)	۳/٤ c	۱۳/۱ c	۲۸/۷ c	۵۲/۲ c	۱۰۱/۸ c	۲۰۲/٦ c	٤٦۸/۵ b	۵۷۵/٤ b	۱۰۲۳/۰ a
تعداد برگ در بوته	۹/۳ g	۲۰/۸ fg	۳۰/۲ ef	٤۳/٤ e	٦۳/۹ d	۱۰٦/٦ c	۱۸٤/٦ a	۱۹۸/٤ a	۱۵٤/۹ b
شاخص سطح برگ	۱۷/۱ g	۵۲/۱ fg	۸٦/٦ ef	۱۱۲/۳e	۱٦۲/۳ d	۲۳٤/۷ c	٤٤۰/۳ a	٤۰٤/۰a	۳۱۲/٦ b
وزن ویژه برگ ($g\ cm^{-2}$)	۰/۰۰۷ a	۰/۰۰۷ a	۰/۰۰۷ a	۰/۰۰۸ a	۰/۰۸ a	۰/۰۰۹ a	۰/۰۱۱ a	۰/۰۱۱ a	۰/۰۱۵ a
سطح ویژه برگ ($cm\ g^{-1}$)	۹/۱۸۵	۸/۲٤۵	۸/۳۰۵	۷/۹٤۷	۷/۲۷۹	٦/۱۹۰	٤/٤۷٦	۲/۸۳۵	۳/۸۲۲
تعداد شاخه فرعی (انشعابات) در بوته	۰/۵ f	۱/۳ f	۳/۲ f	٦/۷ e	۱۰/٦ d	۱٦/۷ c	۲۵/۳ b	۳۱/۳ a	۲٦/۰ b
ارتفاع ساقه اصلی (cm)	۸/۷ f	۱٤/۸ e	۲۰/۷ d	۲۵/٦ d	۳۱/۵ c	۳۹/۹ b	٤۵/۰ b	۸۵/۰ a	۸۳/۷ b

در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ در آزمون دانکن می‌باشند.

جدول ٤- مقایسه‌های میانگین عامل‌های رشد خرفه در طی فصل رشد در سطوح مختلف سیلیسیم

سطوح سیلیسیم (mM)	۰	۱
تعداد برگ در بوته	۸۵/۳ b	۹۵/۲ a
شاخص سطح برگ	۳/۷۱۱ b	٤/۱۰٤ a
ارتفاع ساقه اصلی (cm)	۳۸/۳٤ b	٤۰/۵٤ a

در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ در آزمون دانکن می‌باشند.

جدول ۵- مقایسه‌های میانگین عامل‌های رشد خرفه در طی فصل رشد در اثر متقابل شوری و سیلیسیم

سطوح شوری (dSm^{-1})	۰		۷		۱۴		۲۱	
سطوح سیلیسیم (mM)	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۱
وزن تر ساقه ($g\ m^{-2}$)	۴۲۵۱ abc	۵۰۴۵ a	۴۰۴۴ abc	۴۷۲۰ ab	۵۷۹۱ a	۴۳۸۹ ab	۱۸۶۶ c	۲۲۴۹ bc
تعداد برگ در هر بوته	۹۵/۲ a	۱۲۲/۲ a	۹۵/۲ a	۱۰۹/۰ a	۱۱۳/۵ a	۱۰۳/۸ a	۳۷/۱ b	۴۵/۹ b
شاخص سطح برگ	۴/۱۱۷ ab	۵/۷۴ a	۴/۳۶۶ a	۴/۵۲۸ a	۴/۹۲۸ a	۴/۴۷۴ a	۱/۴۳۵ b	۱/۶۷۴ b
وزن مخصوص برگ ($g\ cm^{-2}$)	۰/۰۰۷ b	۰/۰۰۷ b	۰/۰۰۷ b	۰/۰۰۷ b	۰/۰۰۸ b	۰/۰۰۷ b	۰/۰۱۵ a	۰/۰۱۷ a
سطح مخصوص برگ ($cm\ g^{-1}$)	۶/۴۸۹ b	۷/۱۴۱ ab	۹/۱۹۳ a	۷/۷۳۱ ab	۶/۶۴۹ b	۷/۷۷۱ ab	۳/۴۷۶ c	۳/۴۴۷ c
ارتفاع ساقه اصلی (cm)	۴۵/۹۷a	۵۰/۱۴ a	۴۰/۵۹ a	۴۷/۰۲ a	۴۵/۶۵ a	۴۳/۳۳ a	۲۱/۱۴ b	۲۱/۶۵ b

در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ در آزمون دانکن می‌باشند.

بحث

از دلایل کاهش رشد گیاه در محیط شور، تجمع یون‌های سمی نظیر سدیم و کلر در بافت‌های گیاهی می‌باشد که سبب کاهش فعالیت‌های آنزیمی و تغییر الگوی توزیع کربوهیدرات‌ها می‌شود (طبایی‌عقدایی، ۱۳۷۹). اما گیاهان هالوفیت با مکانیسم‌های خاصی مثل تقسیم‌بندی یون‌ها در واکوئل‌هایشان تا حد زیادی از کاهش رشد در شرایط شور جلوگیری کرده و حتی برخی از آنها در این شرایط به حداکثر رشد خود خواهند رسید (Gorham, 1996). به‌عنوان مثال، در گونه‌ای آرتروکنموم (*Arthrocnemum macrostachyum*) از خانواده چغندر، وزن تر اندام هوایی تا شوری ۴۰۰ میلی‌مولار افزایش ولی در ۸۰۰ میلی‌مولار کاهش معنی‌داری یافت. همچنین شوری تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک ساقه و برگ گذاشت. وزن خشک اندام هوایی در شوری‌های ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار به حداکثر خود رسید و نسبت به شاهد (بدون شوری) دو برابر شد (Gorham, 1996). در سوئدا فروتیکوزا (*Suaeda fruticosa*) وزن خشک اندام هوایی تا شوری ۲۰۰ و ۴۰۰ مول در مترمکعب افزایش یافت، ولی عملکرد اندام هوایی با شوری بیشتر کاهش یافت (Khan *et al*., 2000). عدم تفاوت معنی‌دار تا سطح شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر کلرید سدیم در وزن تر و خشک برگ و ساقه خرفه نیز در این آزمایش مؤید آن است که این گیاه تا حد زیادی به شوری مقاومت داشته و توانسته‌است بیومس مناسبی را در شرایط شور تولید کند.

از دلایل کاهش فراهمی مواد فتوسنتزی در گیاهان تحت تنش، کم شدن سطح فتوسنتزکننده به‌دلیل کاهش تعداد و اندازه برگ است (Jefferies *et al*., 1979؛ امام و نیک‌نژاد، ۱۳۸۳). با کاهش سطح اندام‌های فتوسنتزکننده (برگ‌ها) و کاهش میزان فتوسنتز در محیط شور تولید ماده خشک اندام‌های رویشی گیاه کاهش می‌یابد (Gorham, 1996). شوری بر شاخص سطح برگ گیاهان دیگر نیز تأثیر منفی داشته‌است. به‌عنوان مثال، شاخص سطح برگ گلرنگ و گندم نیز با افزایش شوری در تمام مراحل رشد کاهش یافتند (کامکار، ۱۳۷۹؛ یزدی، ۱۳۸۳؛ امام و نیک‌نژاد، ۱۳۸۳). به نظر می‌رسد کاهش شاخص سطح برگ در گیاه مخصوصاً در مراحل آغازی رشد به علت کاهش توانایی جذب آب توسط گیاه به‌واسطه تنش اسمزی حاصل از شوری باشد، در حالی‌که در مراحل بعدی احتمالاً تجمع عناصر در اندام‌های هوایی افزایش

یافته و باعث پیری زودرس برگ‌ها و ریزش آنها شده و بدنبال آن سطح برگ گیاه کاهش می‌یابد (یزدی، ۱۳۸۳).

از دلایل افزایش وزن ویژه برگ با افزایش سطوح شوری، افزایش تجمع یون سدیم در برگ‌ها می‌باشد و هر چه وزن ویژه برگ بیشتر باشد از مقدار مواد آلی برگ کم شده و وزن مواد معدنی و یون‌های سمی جایگزین آنها شده و کارایی فتوسنتزی برگ پایین می‌آید که می‌تواند علت کاهش رشد گیاه در تنش شدید شوری باشد. در گیاهان دیگر نیز همانند خرفه با افزایش شوری سطح ویژه برگ کاهش یافته‌است. مثلاً در گیاه چغندر علوفه‌ای سطح ویژه برگ با افزایش شوری ٤٧٪ و در چغندر قند ٣٦٪ کاهش یافت (Niazi, 2007). با افزایش شوری، از رشد برگ کاسته شده و سطح ویژه برگ کاهش می‌یابد و می‌تواند از علت‌های اصلی کاهش رشد گیاه در تنش شوری باشد، که البته هر چه گیاه به شوری مقاوم‌تر باشد، این کاهش دیرتر رخ می‌دهد. گیاه خرفه تا حد زیادی به تنش شوری مقاومت نشان داد و تا حد زیادی سطح ویژه برگ خود را در حد بالایی نگه داشت.

کاهش رشد و ارتفاع گیاه از اثرهای مشهود شوری بر گیاهان رشد یافته در این محیط می‌باشد (امام و نیک‌نژاد، ۱۳۸۳). علت کاهش ارتفاع بوته تأثیر شوری بر سطح برگ و کاهش آن به‌خصوص در اواخر رشد رویشی و پس از ورود گیاه به مرحله گلدهی می‌باشد که برگ‌ها به تدریج از پایین شروع به ریزش نمودند (نبی‌زاده، ۱۳۸۱). در تحقیق مشابهی روی گیاه خرفه در ۷۰ میلی‌مولار کلرید سدیم اثری بر روی طول اندام هوایی خرفه دیده نشد. هر چند طول اندام هوایی در ١٤٠ میلی‌مولار در ۱۸ و ۳۰ روز بعد کاهش یافت (Yazici *et al*., 2007). در اثر تنش شوری ارتفاع بوته گیاه زیره سبز نیز به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (نبی‌زاده، ۱۳۸۱). شوری کاهش معنی‌داری در ارتفاع گیاه گاوزبان ایجاد کرده و بیشترین ارتفاع بوته مربوط به شاهد و کمترین ارتفاع بوته مربوط به سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد (مکی‌زاده تفتی و همکاران، ۱۳۸۷). تحقیقات نشان می‌دهد در اثر تنش شوری ارتفاع گیاه و سطح برگ خیلی سریع تر از سایر پارامترهای فنولوژیکی کاهش می‌یابد، زیرا تجمع ماده خشک، حاصل میزان فتوسنتز خالص و سطح فتوسنتزکننده گیاهی می‌باشد (میرمحمدی میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱). در گیاه کوشیا (*Kochia prostrate*) که متحمل به شوری می‌باشد، ارتفاع ساقه در شوری‌های پایین تغییری نکرد و تنها در شوری‌های بالا کاهش معنی‌داری یافت (Karimi *et al*., 2005).

با توجه به نتایج فوق می‌توان به این جمع‌بندی رسید که گیاه خرفه این پتانسیل را داراست که به‌عنوان یک گیاه هالوفیت دارویی ارزشمند در مناطق دارای محدودیت آب و خاک مناسب کشاورزی مورد توجه قرار گیرد. همچنین شاید به‌توان از سیلیسیم به‌عنوان یک عنصر مفید در افزایش عملکرد گیاهان زراعی و همچنین افزایش مقاومت آنها به تنش‌های محیطی استفاده کرد.

منابع مورد استفاده

- امام، ی. و نیک‌نژاد، م.، ۱۳۸۳. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز، ٥٧٦ صفحه.
- باباخانلو، پ.، میرزا، م.، سفیدکن، ف.، احمدی، ل.م.، برازنده، م. و عسگری، ف. ۱۳۷۷. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر، جلد اول، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۲۰۰ صفحه.
- بندانی، م. و عبدل‌زاده، ا.، ١٣٨٦. اثر تغذیه سیلیکون در تحمل به شوری گیاه پوکسینلیا دیستنس (*Puccinellia distans*). علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ١٤(٣): ١١٩-١١١.
- طبایی‌عقدایی، س.ر.، ۱۳۷۹. بررسی بیان ژن در واکنش به تنش‌های محیطی در سه گونه گراس مرتعی. پژوهش و سازندگی، ۱۳(۱): ٤٧-٤٤.

- قنبری، ا.، حیدری، م.، فخیره، ا. و سارانی، ش.ا.، ۱۳۸۵. بررسی تحمل شوری ٤ گونه *Atriplex* در شرایط اکولوژیکی زاهدان. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۱٤(٤): ۲۵۰-۲٤۱.
- کامکار. ب.، ۱۳۷۹. تعیین حساسترین دوره فنولوژیک و تغییرات فیزیولوژیک گندم تحت شرایط تنش شوری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
- مکی‌زاده تفتی، م.، توکل‌افشاری، ر.، مجنون‌حسینی، ن. و نقدی‌بادی، ح.ع.، ۱۳۸۷. بررسی تحمل به شوری و میزان جذب املاح گیاه گاوزبان (*Borago officinalis* L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲٤(۳): ۲٦۲-۲۵۳.
- میرمحمدی میبدی، س.ع.م. و قره‌یاضی، ب.، ۱۳۸۱. جنبه‌های فیزیولوژیک و به‌نژادی تنش شوری گیاهان. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ۲۸۸ صفحه.
- نبی‌زاده مروست، م.ر.، ۱۳۸۱. اثرات شوری بر رشد، عملکرد، تجمع املاح و درصد اسانس زیره سبز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
- یزدی، م.، ۱۳۸۳. ارزیابی تحمل به شوری ارقام گلرنگ با استفاده از آب شور. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
- Epstein, E., 1999. Silicon. Annuals Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 50: 641-664.
- Gorham, J., 1996. Mechanisms of Salt Tolerance of Halophytes: 31-53. In: Choukr-Allah, R., Malcolm, C.V. and Hamdy, A., (Eds.). Halophytes and Biosaline Agriculture. Marcel Dekker, New York, 400p.
- Hodson, M.J. and Evans, D.E., 1995. Aluminium/silicon interactions in higher plants. Journal of Experimental Botany, 46(2): 161-171.
- 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.
- Jefferies, R.L., Davy, A.J. and Rudmik, T., 1979. The Growth Strategies of Coastal Halophytes: 243-263. In: Jefferies, R.L. and Davy, A.A., (Eds.). Ecological Pocesses Coastal Environments. Blackwell, oxford, 672p.
- Karimi, G., Ghorbanli, M., Heidari, H., Khavari Nejad, R.A. and Assareh, M.H., 2005. The effects of NaCl on growth, water relations, osmolytes and ion content in *Kochia prostrate*. Journal Biologia Plantarum, 49(2): 301-304.
- Khan, M.A. and Weber, D.J. 2006. Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants (Tasks for Vegetation Science). Springer, Netherlands, 399p.
- Khan, M.A., Ungar, I.A. and Showalter, A.M., 2000. The effect of salinity on the growth, water status, and ion content of a leaf succulent perennial halophyte, *Suaeda fruticosa* (L.) Forssk. Journal of Arid Environments, 45(1): 73-84
- Kumamoto, J., Scora, R.W., Clerx, W.A., M. Matsumura, Layfield, D. and Grieve, C.M., 1990. Purslane: a potential new vegetable crop rich in omega-3 fatty acid with controllable sodium chloride content: 229-233. In: Naqvi, H.H., Estilai, A., Ting, I.P. (Eds.). Proceedings of the First International Conference on New Industrial Crops and Products, Riverside.
- Liang, Y.C., Chen, Q., Liu, Q., Shang, W.H. and Ding, R.X., 2003. Exogenous silicon (Si) increases antioxidant enzyme activity and reduces lipid peroxidation in roots of salt-stressed barley (*Hordeum vulgare* L.). Journal of Plant Physiology, 160: 1157-1164.
- Liu, L., Howe, P., Zhou, Y.F., Xu, Z.Q., Hocart, C. and Zhang, R., 2000. Fatty acids and β-carotene in Australian purslane (*Portulaca oleracea*) varieties. Journal of Chromatography A, 893(1): 207-213.
- Malcolm, C.V., 1991. The potential of halophytes for rehabilitation of degraded lands. Proceeding of Workshop on Productive Use of Saline Land, Perth, Western Australia, 10-14 May: 8-11.
- Munns, R., 1993. Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. Plant cell and Environment, 16(1): 15-24.
- Niazi, B.H., 2007. The Response of Fodder beet to Salinity: Introduction of a non-conventional fodder crop (Fodder beet) to salt affected lands of Pakistan. PhD-thesis, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Raven, J.A., 1983. The transport and function of silicon in plants. Biological Reviews, 58(2): 179-207.
- Samy, J., Sugumaran, M., Lee, K.L.W. and Wong, K.M., 2005. Herbs of Malaysia: An Introduction to the medicinal, culinary, aromatic and cosmetic use of herbs. Selangor: Federal Publications, 244p.
- Simopoulos, A.P., Norman, H.A., Gillaspy, J.E. and Duke, J.A., 1992. Common purslane: a source of omega-3 fatty acids and antioxidants. Journal of the American College of Nutrition, 11(4): 374-382.
- Xie, Z.F., 2002. Classified Dictionary of Traditional Chinese Medicine. Foreign Languages Press, Beijing, China, 1057p.
- Yazici, I., Turkan, I., Sekmen, A.H. and Demiral, T., 2007. Salinity tolerance of purslane (*Portulaca oleracea* L.) is achieved by enhanced antioxidative system, lower level of lipid peroxidation and proline accumulation. Environmental and Experimental Botany, 61(1): 49-57.

Effect of salinity and silicon on some morphophysiologic characters of purslane (*Portulaca oleracea* L.)

Z. Rahimi[1*], M. Kafi[2], A. Nezami[2] and H.R. Khozaie[2]

1*- Corresponding author, Faculty of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, E-mail: zrahimi2007@yahoo.com.
2- Faculty of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Received: November 2009 Revised: December 2010 Accepted: December 2010

Abstract

Purslane (*Portulaca oleracea* L.) is an annual salt-tolerant species, which could be considered as vegetable, fodder or medicinal plant in saline conditions. Silicon is the second mineral element in the earth's crust after oxygen. Although its role is not so clear in plant nutrition, silicon has positive effects on plant's yield and resistance to biotic and abiotic stresses. In order to study the effects of salinity and silicon application on some morphophysiologic parameters of purslane (*Portulaca oleracea* L.), a greenhouse experiment was conducted at Ferdowsi University of Mashhad in a split-plot arrangement based on completely randomized block design with 3 replications during summer 2008. Four salinity levels of NaCl (0.6, 7, 14, 21dS/m) were in main plots and two silicon levels (application of one mMol sodium silicate and not application) allocated to the subplots. The results showed that salinity up to 14 dS/m did not impose any significant differences in fresh and dry weight of leaves and stem, number of leaves, branches, leaf area index, specific leaf area and height of main stem compared with control but at 21 dS/m salinity all the above mentioned parameters decreased significantly, while specific leaf weight increased with increasing salinity. Application of silicon had a positive effect on number of leaves per plant, leaf area index and height of main stem. The results indicated that purslane (*Portulaca oleraceae* L.) could sufficiently tolerate saline conditions and can be considered as a medicinal plant in saline soils and arid regions. Also silicon application may improve plant's yield and tolerance to environmental stresses.

Key words: Pootulaca oleracea L., leaf, stem, foliage branch, NaCl.