نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد یازدهم، شماره ۱(۴۱)، بهار ۱۳۹۶، صفحه ۱۱۰-۹۹

بررسی رشد و برخی صفات فیزیولوژیکی مرزه (*Satureja hortensis* L.) تحت تنش شوری

لمیا وجودی مهربانی[1*]، محمدباقر حسن‌پور اقدم[2] و رعنا ولیزاده کامران[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۱۵ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۵/۸/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۲/۴

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر برخی صفات فیزیولوژیک (محتوای کلروفیل، پرولین، قندهای محلول، نشت یونی، عناصر سدیم و پتاسیم) و صفات رشدی مرزه آزمایشی به‌صورت طرح فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار سطح شوری (شاهد، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم) و دو کلون بومی مرزه (تبریز و همدان) در سه تکرار انجام شد. نتایج نشان‌دهنده وجود اثرات متقابل معنی‌دار کلون و شوری بر محتوای کلروفیل a بود. بیشترین میزان کلروفیل a در هر دو کلون در تیمار شاهد مشاهده شد. وزن خشک ریشه، محتوای یون پتاسیم و سدیم، نسبت یون پتاسیم به سدیم، محتوای قند محلول و نشت یونی نمونه‌ها تحت تاثیر سطوح شوری قرار گرفتند. بیشترین میزان وزن خشک ساقه و برگ، محتوای اسانس، پرولین و کلروفیل b تحت تاثیر هر دوی رقم و سطوح شوری قرار گرفتند. بیشترین میزان وزن خشک برگ، کلروفیل a + b در کلون همدان و بالاترین میزان وزن خشک ساقه، محتوای اسانس و پرولین در کلون تبریز مشاهده شد. بالاترین میزان وزن خشک ریشه، ساقه، برگ، محتوای یون پتاسیم و نسبت K^+/Na^+ در تیمار شاهد ثبت گردید. بیشترین تجمع یون سدیم در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم مشاهده شد. با افزایش سطح شوری بر میزان پرولین نمونه‌ها افزوده شد. بالاترین میزان نشت یونی، قند محلول و پرولین نمونه‌ها در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم مشاهده شد. با توجه به تغییرات صفات مورد مطالعه به نظر می‌رسدکه سطوح شوری در هر دو کلون مورد مطالعه شاخص‌های رشدی و فیزیولوژیکی گیاه را متاثر نمود. لذا، چنین به‌نظر می‌رسد برای حصول به عملکرد و شاخص‌های فیزیولوژیکی پسندیده در این گیاه باید از کاشت این گیاه در محیط‌های شور اجتناب نموده و یا از کلون‌های متحمل به شوری استفاده کرد.

واژگان کلیدی: اسانس، شوری، مرزه، وزن خشک.

۱- استادیار گروه زراعت واصلاح نباتات دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران. (* نگارنده‌ی مسئول) vojodilamia@gmail.com
۲- استادیار گروه باغبانی دانشگاه مراغه، مراغه، ایران.
۳- استادیار گروه بیوتکنولوژی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران.

مقدمه

مرزه (*Satureja hortensis* L.) گیاهی یک ساله از تیره نعناعیان است که دارای خاصیت آنتی اکسیدانی، ضد سرطان، اشتها آور، مدر، تصفیه کننده خون، ضد انگل، ضد نفخ، ضد اسهال، ضد سرفه و خلط‌آور می‌باشد. از اسانس و ترکیبات متعدد استحصالی از این گیاه در صنایع غذایی، عطرسازی و دارویی استفاده می‌شود (Akbari *et al*., 2013).

عملکرد و محتوای اسانس مرزه به‌شدت تحت تاثیر شرایط محیطی به‌ویژه انواع تنش‌ها می‌باشد (Najafi *et al*., 2010). تنش‌های محیطی همواره محدود کننده رشد و نمو و عملکرد گیاه می‌باشد. در تحقیق انجام شده توسط احمد و همکاران (Ahmed *et al*., 2012) مشخص شد که تنش‌های محیطی از جمله شوری به شدت رشد و نمو، عملکرد و کیفیت مصرفی شاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. امیرا وآبدول (Amira and Abdul, 2011) عنوان نمودند که با افزایش تنش شوری در گیاه باقلا طول ریشه و ساقه به شدت کاهش می‌یابد در حالی‌که بر محتوای پروتئین نمونه‌ها افزوده می‌شود. بررسی انجام شده در گیاه گندم در رابطه با تنش شوری نشان داد که با افزایش سطوح شوری نسبت سدیم به پتاسیم و رادیکال‌های آزاد اکسیژن افزایش یافت در حالی‌که کاهش شدید در محتوای کلروفیل و کاروتنوئید مشاهده شد (Mosahebeh *et al*., 2016).

بررسی اثرات تنش شوری کلرید سدیم در گیاه مرزه نشان داد که با افزایش تنش شوری کاهش شدید در پارامترهای رشدی گیاه (سطح برگ، محتوای آب برگ، وزن خشک ریشه، ساقه و برگ) و محتوای رنگیزه (کلروفیل و کاروتنوئید) مشاهده شد در حالی‌که بر میزان پرولین و قند محلول نمونه‌ها افزوده شد (Najafi *et al*., 2010).

گیاهان با مکانیسم‌های فیزیولوژیکی مختلفی مانند ذخیره سدیم در واکوئل‌ها به‌منظور کاهش اثرات سمیت آن، تولید مواد اسمولیتی مثل بتائین گلایسین، پرولین، قندهای محلول، ترکیبات فنلی و . . . با شوری مقابله می‌کنند. امروزه، یکی از مشکلات اساسی سد راه بخش کشاورزی، کمبود منابع خاک و آب شیرین می‌باشد. با توجه به افزایش روزافزون جمعیت و لزوم توسعه کشاورزی، استفاده از منابع خاکی و آبی با کیفیت پایین و شور اجتناب ناپذیر می‌باشد (Jouyban, 2012).

تنش شوری همواره در مناطقی از استان آذربایجان‌شرقی مشکلات عدیده‌ای را در تولید انواع محصولات باغی و زراعی به‌وجود آورده است و به‌ویژه در سال‌های اخیر، با خشک‌تر شدن دریاچه ارومیه، این مشکلات حادتر نیز شده است. بنابراین با وجود کمبود منابع، اگر قرار باشد که از اراضی با خاک یا آب شور در جهت افزایش سطح زیر کشت محصولات کشاورزی استفاده شود، لازم است که مکانیسم تأثیر شوری بر شاخص‌های فیزیولوژیک و رشدی گیاهان مورد مطالعه قرار گیرد تا امکان شناسایی ارقامی از محصولات متحمل به حضور نمک در خاک بدون کاهش قابل توجه در عملکرد اقتصادی آنها، میسر گردد.

لذا، در تحقیق حاضر سعی شده است که عملکرد و تغییرات تعدادی از شاخص‌های فیزیولوژیکی گیاه مرزه در پاسخ به سطوح متفاوت شوری مورد سنجش قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تاثیر تنش شوری و کلون بذری بر برخی از صفات فیزیولوژیک و رشدی

گیاه مرزه آزمایشی به‌صورت طرح فاکتوریل با پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان در طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۳ انجام گرفت. در پژوهش حاضر از بذور بومی مرزه (تبریز و همدان) استفاده شد. بعد از ضدعفونی سطحی (با هیپوکلرید سدیم ۱۰ درصد به مدت ۱۰ دقیقه و سه بار آبکشی نمونه‌ها به‌منظور حذف هیپوکلرید سدیم) بذور به داخل پتری‌دیش منتقل و در اتاقک رشد در دمای ۲۵- ۲۳ درجه سلسیوس و رطوبت‌نسبی ۸۰ درصد با تناوب نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی جوانه‌دار شدند. بعد از جوانه‌زنی، گیاهچه‌ها به گلدان‌های پلاستیکی (۲۰×۳۰ سانتی‌متری) حاوی پرلیت متوسط منتقل شدند و گیاهان در شرایط گلخانه‌ای با شدت نور ۴۵۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه، تناوب نوری ۸/۱۶ (روشنایی/ تاریکی)، تناوب دمای ۲۰/۲۵ درجه سلسیوس (روزانه/ شبانه) و رطوبت نسبی ۶۵ درصد رشد یافتند.

از محلول یک دوم هوگلند برای تغذیه گیاهان استفاده شد. بعد از سبز شدن بوته‌ها در مرحله‌ی چهار برگی، تیمارهای شوری شامل غلظت‌های صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم اعمال شد. نمونه‌برداری از گیاهان ۴۸ روز بعد از اعمال تنش انجام گردید.

وزن خشک ریشه، ساقه و برگ گیاه با استفاده از ترازوی دیجیتال و بر حسب واحد گرم اندازه‌گیری شد.

میزان کلروفیل با استفاده از روش پرُچازکُوا و همکاران (Prochazkova *et al*., 2001) به کمک اسپکتروفوتومتر مدل +T80 تعیین شد. از روش تغییر یافته فدینا و همکاران (Fedina *et al*., 2006) برای اندازه‌گیری میزان پرولین نمونه‌ها استفاده شد. از روش اصلاح شده‌ی سَیرام و همکاران (Sairam *et al*., 2002) برای اندازه‌گیری میزان قندهای محلول استفاده شد.

مقدار دو عنصر سدیم و پتاسیم با استفاده از فلایم فتومتر مدل JENWAY PEP7 به روش رایان و همکاران (Rayan *et al*., 2001) تعیین گردید. میزان نشت یونی نمونه‌ها نیز بر اساس روش اکبری و همکاران (Akbari et *al*., 2013) تعیین شد.

حدود ۲۰ گرم از شاخساره خشک شده بوته‌ها به روش تقطیر با آب به مدت ۳/۵ ساعت به‌وسیله دستگاه کلونجر اسانس‌گیری گردید. اسانس حاصل به‌وسیله سولفات سدیم رطوبت زدایی شد. محتوای اسانس نمونه‌ها بر حسب درصد حجمی/ وزنی اسانس گزارش گردید.

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزارهای آماری Excel، MSTATC و SPSS (نسخه ۹/۲) مورد تجزیه قرار گرفت. مقایسه‌ی میانگین‌های تیمارها به کمک آزمون LSD صورت گرفت.

نتایج و بحث

وزن خشک ریشه، ساقه و برگ

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان‌دهنده تاثیر معنی‌دار کلون و شوری بر وزن خشک ساقه و برگ بود ($p\leq0.01$) (جدول ۱ و ۲). بر اساس نتایج جدول ۲، بیشترین میزان وزن خشک ساقه و برگ به‌ترتیب در کلون تبریز و همدان مشاهده شد. بررسی اثرات تنش شوری بر برخی صفات فیزیولوژیک مرزه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین سطوح شوری بر این صفات بود. نتایج جدول ۳ نشان داد که بیشترین میزان وزن خشک ریشه، ساقه، برگ، در تیمار شاهد و کمترین میزان وزن خشک آنها در تیمار ۱۵۰

میلی‌مولار کلرید سدیم مشاهده شد. به نظر می‌رسد بر اساس نتایج مستخرج از جدول ۲ گیاه مرزه قادر به تحمل شوری تا ۵۰ میلی‌مولار بدون افت چشم‌گیر در وزن خشک گیاه می‌باشد. نتایج حاصل از پژوهش حاضر با نتایج حاصل از تحقیقات چیچک و چاکیلار (Cicek and Cakilar, 2002) در خصوص کاهش عملکرد گیاه ذرت تحت تاثیر تنش شوری کلرید سدیم مطابقت داشت. بررسی انجام شده توسط زنگ و همکاران (Zeng *et al*., 2001) درگیاه برنج نشان داد که زمان اعمال تنش شوری تاثیر معنی‌داری در عملکرد گیاه دارد و مرحله بعد از سه برگی شدن تا ظهور خوشه حساس‌ترین مرحله به تنش شوری می باشد که موجب حداکثر افت عملکرد گیاه می‌شود. افزایش میزان املاح در خاک یا آب بخش‌های مختلف گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. ریشه اولین اندام گیاهی می‌باشد که تحت تاثیر تنش شوری قرار می‌گیرد و در اکثر مواقع نقش مهمی در جلوگیری از انتقال شوری به سمت برگ‌ها دارد. اندازه برگ بستگی به تعداد و اندازه سلول دارد. مراحل اولیه تشکیل برگ حساس به تنش خشکی و شوری نمی‌باشد ولی گسترش سطح برگ به شدت تحت تاثیر شوری قرار می‌گیرد. در شرایط شوری، آماس سلولی برگ به شدت کاهش یافته و تنش مذکور از این طریق می‌تواند بر گسترش سطح برگ تاثیر منفی بگذارد (Razavizadeh and Rostami. 2013).

محتوای کلروفیل

نتایج نشان‌دهنده وجود اثرات متقابل معنی‌دار کلون و تیمار شوری بر میزان کلروفیل a بود ($p\leq0.01$) (جدول ۱). بیشترین میزان کلروفیل a در هر دو کلون در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۱).

طبق جدول ۱ تاثیر اثرات اصلی رقم و شوری بر میزان کلروفیل b معنی‌دار شد، نتایج نشان داد که بالاترین میزان کلروفیل b در کلون همدان مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین میزان کلروفیل b در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۲). سیروس‌مهر و همکاران (Sirousmeher *et al*., 2015) عنوان نمودند که با افزایش تنش شوری از میزان کلروفیل b در گلرنگ کاسته شد. واکنش گیاهان در مواجهه با پتانسیل اسمزی و اثر آن بر کاهش حداقلی یا حداکثری رنگدانه‌های فتوسنتزی متفاوت است. تخریب کلروپلاست و تجزیه کلروفیل در اثر فعالیت آنزیم کلروفیلاز و پراکسیداز از جمله عوامل موثر بر کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی می‌باشد به نظر می‌رسد پایداری رنگدانه‌های فتوسنتزی تحت شرایط تنش به‌عنوان معیاری برای مقاومت گیاه به تنش شوری باشد (Sevengor *et al*., 2011). کاهش غلظت کلروفیل از عوامل مهم تاثیرگذار بر کاهش ظرفیت فتوسنتزی گیاه به‌شمار رفته و با افزایش میزان شوری از کارایی فتوسنتزی برگ‌ها کاسته شده و این امر موجب تشدید صدمات تنش می‌شود (Sirousmeher *et al*., 2015).

محتوای پرولین

کلون‌های مختلف و اثر شوری، هر دو تاثیر معنی‌دار بر میزان پرولین در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۱). کلون تبریز در مقایسه با کلون همدان حاوی مقادیر بیشتری پرولین در پاسخ به شوری بود (جدول ۲). با افزایش تنش شوری بر میزان پرولین نمونه‌ها افزوده شد. بالاترین میزان پرولین نمونه‌ها در غلظت‌های ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم مشاهده شد. کمترین مقدار پرولین در تیمار شاهد ($\mu mg^{-1}F.Wt$ ۱۹/۴۵) مشاهده شد (جدول ۴) که با نتایج

تحقیقات اکبری و همکاران (Akbari *et al*., 2013) در خصوص افزایش در محتوای پرولین نمونه‌ها تحت تنش شوری در گیاه مرزه مطابقت دارد زابادوز و ساور (Szabados and Savoure, 2010) در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که پرولین به حفظ تعادل اسمزی در سلول کمک می‌کند. پرولین محافظ گیاه در برابر صدمات ناشی از رادیکال‌های آزاد می‌باشد. در زمان تنش در گیاه، پرولین به‌عنوان منبع انرژی، کربن و نیتروژن برای بازسازی بافت آسیب دیده محسوب می‌شود (Najafi *et al*., 2010). کاهش مصرف پرولین برای سنتز پروتئین در طی تنش نیز ممکن است یکی از دلایل احتمالی تجمع پرولین باشد (Mudgal *et al*., 2009).

محتوای قندهای محلول

سطوح شوری تاثیر معنی‌داری ($p\leq0.01$) بر محتوای قند محلول نمونه‌ها داشت (جدول ۱). بیشترین میزان قند محلول در غلظت‌های ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم مشاهده شد (جدول ۴). در بررسی انجام شده توسط نجفی و همکاران (Najafi *et al*., 2010) در گیاه مرزه مشخص شد که با افزایش غلظت نمک بر میزان قند محلول افزوده شد. قندهای محلول موجب تنظیم اسمزی، حفظ تمامیت غشاها و پایداری پروتئین‌های موجود در سلول می‌شوند. در شرایط تنش شوری قندهای نامحلول (نشاسته) تجزیه شده و قندهای محلول را ایجاد می‌کنند که سلول به این طریق قادر به حفظ پتانسیل اسمزی می‌گردد و خطر دهیدراتاسیون سلول کاهش می‌یابد. علاوه بر این، کاهش مصرف قند به دلیل کاهش فتوسنتز در طی تنش شوری نیز عامل دیگری برای افزایش غلظت قندهای محلول در سلول می‌باشد (Parvaiz and Satyawati, 2008). کافی و همکاران (Kafi *et al*., 2012) گزارش کردند که افزایش قندهای محلول در شرایط تنش شوری ممکن است بیان کننده این نکته باشد که انتقال کربوهیدرات‌های محلول از اندام‌های هوایی به ریشه مختل شده است.

مقدار یون سدیم

مقدار یون سدیم تحت تاثیر معنی‌دار ($p\leq0.01$) سطوح شوری قرار گرفت (جدول ۱). با افزایش غلظت نمک بر مقدار یون سدیم برگ‌ها افزوده شد. بالاترین تجمع یون سدیم، در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار مشاهده شد (جدول ۴). نتایج تحقیقات کامکار و رحیمی (Kamkar and Rahimi, 2012) حاکی از افزایش ورود سدیم به گیاه در شرایط تنش شوری بود. تنش شوری تاثیر منفی روی متابولیسم دارد (Razavizadeh and Rostami, 2013) در تحقیق انجام شده توسط کامکار و رحیمی (Kamkar and Rahimi., 2012) در گیاه بارهنگ مشخص شد که تحت شرایط تنش شوری مقدار اضافی سدیم در واکوئل برگ تجمع یافته و از اثرات منفی یون سدیم در گیاه می‌کاهد. تجمع یون سدیم در گیاه ممکن است از بارگیری آوند آبکش و انتقال آسیمیلات‌ها ممانعت به‌عمل آورد (Kaya *et al*., 2006).

مقدار پتاسیم

بر اساس نتایج غلظت یون پتاسیم در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر تنش شوری قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین مقدار پتاسیم مربوط به سطوح شاهد و سطح شوری ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و کمترین مقدار مربوط به غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار بود که نشان از تاثیر شوری در کاهش مقدار پتاسیم برگ‌ها داشت (جدول ۴). تجمع پتاسیم روند معکوس تجمع سدیم را داشت. قابل تصور است که به دلیل تشابه عنصری

سدیم و پتاسیم و همچنین به‌دلیل دسترسی بالای عنصر سدیم در محیط ریزوسفر در رقابت با یون پتاسیم، میزان جذب سدیم بر پتاسیم پیشی گرفته و کارکرد پتاسیم در گیاه را با اخلال مواجه می‌کند.

با توجه به اینکه در غلظت‌های کم، سدیم قابلیت جایگزینی اندکی با یون پتاسیم دارد ولی به هیچ روی نقش کارکردی، کاتالیزوری و متابولیسمی پتاسیم در واکنش‌های متعدد بیوشیمیایی قابل جایگزینی نبوده و کاهش جذب و جابجایی آسیمیلاسیون پتاسیم، عملکرد و شاخص‌های رشدی گیاه را به صورت قابل توجهی متاثر می‌سازد. حفظ مقدار کافی K^+ برای زنده ماندن گیاه در مکان‌های شور ضروری می‌باشد. تجمع پتاسیم در ریشه موجب پایین ماندن پتانسیل اسمزی این اندام می‌شود که ضمن تسهیل انتقال مواد محلول ناشی از فشار تورژسانس در آوند چوبی به حفظ تعادل آب در گیاه کمک نموده و از این طریق یکی از اثرات تنش شوری یعنی خشکی فیزیولوژیکی در گیاه تعدیل می‌شود (Conceicao Gomes *et al*., 2011).

پتاسیم به‌طور اختصاصی برای سنتز پروتئین و فعال‌سازی تعدادی از آنزیم نیاز می‌باشد. به‌علاوه غلظت بالای پتاسیم در استرومای کلروپلاست برای عمل فتوسنتز تحت شرایط تنش ضروری می‌باشد (Conceicao Gomes *et al*., 2011).

نسبت پتاسیم به سدیم (K^+/Na^+)

همان‌طوری‌که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، تنش شوری اثر معنی‌داری ($P\leq0.01$) روی نسبت پتاسیم به سدیم داشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد که با افزایش غلظت شوری نسبت پتاسیم به سدیم کاهش یافت، به‌طوری‌که نسبت پتاسیم به سدیم از ۲/۴ در تیمار شاهد به ۰/۲۶ در تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار رسید (جدول ۴).

در بررسی انجام شده توسط احمد و همکاران (Ahmed *et al*., 2012) مشخص شد که در نتیجه تنش شوری، تنش‌های ثانویه نظیر تنش اکسیداتیو نیز ممکن است بروز کند که در این حالت تولید و تجمع رادیکال‌های آزاد اکسیژن به اکسید شدن پروتئین‌ها و لیپیدها منتهی شده و نهایتاً موجب مرگ سلول می‌شود. کاهش در رشد اکثر گیاهان بعد از قرارگیری در شرایط تنش شوری مشاهده می‌شود. اثر مخرب تنش شوری در گیاهان به دلیل تنش آبی، سمیت یونی و عدم تعادل یونی می‌باشد. غلظت زیاد سدیم موجب افزایش نسبت Na^+/K^+ می‌شود. غالبیت اثرات مخرب سدیم مربوط به تاثیر سدیم روی انسجام و پایداری غشای سلول می‌باشد (Jouyban, 2012). کاهش در مقدار پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم در تنش شوری یکی از اثرات منفی شوری می‌باشد که مانع ایفای نقش صحیح پتاسیم در گیاهان تحت شرایط شوری می‌شود (Jouyban, 2012).

میزان نشت یونی

سطوح شوری نشت یونی نمونه‌ها را در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر قرار داد (جدول ۱). بیشترین میزان نشت یونی نمونه‌ها در غلظت های ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار نمک مشاهده شد (جدول ۴) که با نتایج تحقیق اکبری و همکاران (Akbari *et al*., 2013) در خصوص افزایش میزان نشت یونی از گیاه مرزه تحت تنش شوری ناشی از کلرید سدیم مطابقت دارد. از طرفی میزان بالاتر نسبت K^+/Na^+ در اندام هوایی

بارهنگ تحت تنش شوری احتمالاً ناشی از توانایی بیشتر این ژنوتیپ‌ها در تجمع سدیم در واکوئل‌ها، توانایی بالاتر نگهداری پتاسیم در اندام‌های هوایی باشد (Kamkar and Rahimi, 2012). احمد و همکاران (Ahmed *et al*., 2012) نیز اظهار کردند که رادیکال‌های آزاد اکسیژن تولیدی ناشی از تنش شوری، از طریق اکسید کردن پروتئین‌ها و لیپیدها، موجب از بین رفتن انسجام غشاهای سلولی می‌شوند.

محتوای اسانس

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، حکایت از تاثیر معنی‌دار رقم بر محتوای اسانس ($P\leq0.01$) کلون و سطوح شوری بر محتوای اسانس مرزه بود (جدول ۱). بیشترین محتوای اسانس نمونه‌ها در کلون تبریز مشاهده شد (جدول ۲).

از نظر محتوای اسانس گیاه تفاوتی بین سطوح شوری صفر تا ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم وجود نداشت. کمترین محتوای اسانس در غلظت ۱۵۰-میلی‌مولار کلرید سدیم مشاهده شد (جدول ۴). بررسی انجام شده توسط نجفی و همکاران (Najafi *et al*., 2010) درگیاه مرزه تحت تنش شوری کلریدسدیم نشان‌دهنده عدم تاثیر معنی‌دار تنش شوری بر درصد اسانس نمونه‌ها بود. اما تنش شوری تاثیر معنی‌داری روی اجزای اسانس (افزایش میزان کارواکرول و گاما ترپینن) نمونه‌ها داشت.

نتیجه‌گیری کلی

تنش شوری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی محسوب می‌شود که رشد گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. اما آنچه اهمیت این تنش را بیش از سایر تنش‌های محیطی مشخص می‌کند دایمی بودن اثرات تنش شوری می‌باشد که بر خلاف سایر تنش‌ها که فقط در بخشی از دوره رشد گیاه مشاهده می‌شود تنش شوری کل دوره رشد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد و از طریق کاهش پتانسیل اسمزی، در جذب برخی عناصر غذایی (پتاسیم، کلسیم، آمونیوم و . . .) رشد و عملکرد گیاهان را محدود می‌کند. افزایش جذب نمک، سبب اختلال در کارکرد سلولی و آسیب رساندن به فرآیندهای فیزیولوژیک در گیاه می‌شود. نتایج حاصل از اعمال تنش شوری NaCl بر گیاه مرزه نشان دهنده تاثیر زیاد تنش شوری بر میزان سدیم، پتاسیم گیاه بود. تنش شوری NaCl موجب کاهش کلروفیل a، کلروفیل b، نسبت پتاسیم به سدیم، وزن خشک گیاه، افزایش در میزان پرولین و قندهای محلول در مرزه شد. در کل، کلون‌ها یا ارقام مرزه مورد مطالعه حساس به تنش شوری بوده و به‌منظور توسعه کشت گیاه فوق در مناطق مستعد شوری آذربایجان ناگزیر باید دست به دامان ارقام و کلون‌های دیگری شد که تحمل زیادتری به شوری دارند.

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تنش شوری NaCl و کلون بر برخی صفات فیزیولوژیک مرزه

Table 1- ANOVA for the effects of NaCl salinity stress and cultivar on some traits of *Satureja hortensis* L.

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	نشت یونی Ion leakage	میزان کلروفیل a Chlorophyll a content	میزان کلروفیل b Chlorophyll b content	میزان قند محلول soluble sugare content	K^+/Na^+	Na^+	K^+
تکرار Replication	2	144.2^{*}	0.10^{*}	0.033^{ns}	0.34^{ns}	0.07^{ns}	5.1^{ns}	13.9^{ns}
کلون Clone	1	129.36^{ns}	0.263^{**}	0.214^{**}	9.95ns	$.062^{ns}$	6.40^{ns}	17.9^{ns}
سطوح شوری Salinity levels	3	1873.4^{**}	1.40^{**}	0.388^{**}	565.7^{**}	5.46^{**}	1433.2^{**}	98.5^{**}
کلون × شوری Salinity levels× Cultivar	3	29.64^{ns}	0.122^{*}	0.014^{ns}	99.52^{ns}	0.02^{ns}	0.49^{ns}	8.63^{ns}
اشتباه آزمایشی Error	14	86.36	0.026	0.013	50.60	0.041	7.14	9.60
CV (%)		13.97	9	12.13	43.16	19.22	10.3	16.96

ns، * و ** به ترتیب به معنی عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

ns, *, **: non-significant and significant at 5 and 1%, respectively

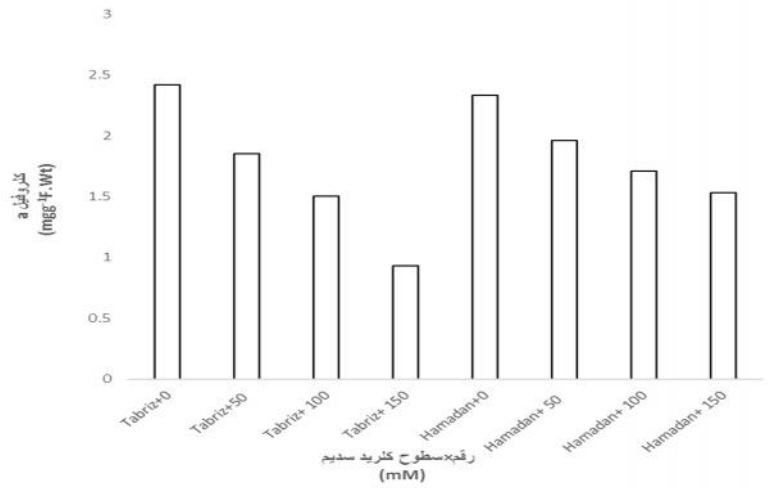
ادامه جدول ۱

Table 1- Continued

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	میزان پرولین Prolin content	میزان اسانس essential oil content	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ساقه stem dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight
تکرار Replication	2	27.7^{ns}	0.006^{ns}	0.30^{*}	0.48^{*}	0.006^{ns}
کلون Clone	1	234.7^{**}	0.056^{*}	0.31^{*}	3.11^{**}	0.02^{ns}
سطوح شوری Salinity levels	3	494.3^{**}	0.11^{**}	3.91^{**}	6.16^{**}	0.345^{**}
کلون × شوری Salinity levels× Cultivar	3	30.44^{ns}	0.026^{ns}	0.03^{ns}	0.20^{ns}	0.008^{ns}
اشتباه آزمایشی Error	14	11.37	0.008	0.059	0.12	0.005
CV (%)		6.25	10.32	12.99	11.86	13.12

ns، * و ** به ترتیب به معنی عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

ns, *, **: non-significant and significant at 5 and 1%, respectively



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر تنش شوری NaCl و کلون بر محتوای کلروفیل a در مرزه

Figure 1- Mean comparison for the effect of NaCl salinity on chlorophyll a in *Satureja hortensis* L.

جدول ۲- مقایسه میانگین برخی صفات رشدی و فیزیولوژیک مرزه برای ارقام مورد مطالعه

Table 2- Mean comparison for some growth and physiology treats of two clones of *Satureja hortensis* L**.**

کلون clone	کلروفیل a+b Chlorophyll a+b ($mg.g^{-1}F.w$)	کلروفیل b Chlorophyll b ($mg.g^{-1}F.w$)	پرولین Proline ($\mu mg^{-1}F.Wt$)	اسانس essential oil content (W%)	وزن خشک برگ leaf dry weight (g)	وزن خشک ساقه stem dry weight (g)
کلون تبریز Tabriz clone	2.44	0.83	57.08	0.94	1.76	3.39
کلون همدان Hamadan clone	2.91	1.02	50.83	0.84	1.99	2.67
LSD (5%)	0.06	0.03	0.97	0.03	0.07	0.1

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تنش شوری NaCl بر برخی صفات رشدی و فیزیولوژیک مرزه

Table 3- Mean comparison for the effect of salinity stress on some growth and physiological traits of *Satureja hortensis* L**.**

سطح شوری Salinity levels	کلروفیل b Chlorophyll b ($mg.g^{-1}F.w$)	کلروفیل a+b Chlorophyll a+b ($mg.g^{-1}F.w$)	وزن خشک برگ Leaf dry weight (g)	وزن خشک ساقه stem dry weight (g)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g)
0	1.23	3.65	2.80	4.25	0.82
50	1.17	2.93	2.18	3.33	0.60
100	0.81	2.41	1.67	2.68	0.46
150	0.60	1.84	0.90	1.85	0.25
LSD (5%)	0.196	0.372	0.41	0.61	0.12

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تنش شوری NaCl بر برخی صفات فیزیولوژیک مرزه

Table 4- Mean comparison for the effect of NaCl salinity on some physiological traits in *Satureja hortensis* L**.**

سطح شوری Salinity levels	نسبت پتاسیم به سدیم K^+/Na^+	پتاسیم K^+ content (mgg^{-1} Dwt)	سدیم Na^+ content (mgg^{-1} Dwt)	نشت یونی Ion leakage (%)	محتوای قند محلول Soluble sugare ($\mu g\ g^{-1}F.Wt$)	محتوای پرولین Proline ($\mu m\ g^{-1}F.Wt$)	محتوای اسانس Essential oil content (%)
0	2.4	22.1	9.9	44.3	7.0	19.4	1.02
50	1.03	20.4	19.4	60.6	9.2	41.3	0.94
100	0.65	۱۵/0	28.0	77.8	24.6	75	0.87
150	0.26	11.7	46.2	83.5	25.05	80.05	0.69
LSD (٪۱)	0.14	0.64	1.2	1.8	0.68	1.05	0.94

References منابع مورد استفاده

- Ahmed, R., A.M. Gabr, A. AL-Sayed, and I. Smetanska. 2012. Effect of drought and salinity stress on total phenolic contents and antioxidant activity in vitro sprout cultures of garden cress (*Lepidium sativum*). *Journal of Applied Sciences Research*. 8(8): 3934-3942.
- Akbari, S., S. Kordi, S. Fatahi, and F. Ghanbari. 2013. Physiological responses of *Summer Savory* under salinity stress. *International Journal of Agriculture and Crop Science*. 5: 1702- 1708.
- Amira, M.S., and Q. Abdul. 2011. Effect of salt stress on plant growth and metabolism of bean plant *Vicia faba* (L.). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 10: 7-15.
- Cicek, Z., and H. Cakilar. 2002. The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*. 28: 66-74.
- Conceicao Gomes, M., M. Satika Suzuki, and F. Tullii. 2011. Effect of salt stress on nutrient concentration, photosynthetic pigments, proline and foliar morphology of *Salvinia auriculata*. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 23(2): 164-176.
- Fedina, I., K. Georgieva, M. Velitchkova, and I. Grigorova. 2006. Effect of pretreatment of barley seedlings with different salts on the level of UV-B induced and UV-B absorbing compounds. *Environmental and Experimental Botany*. 56: 225-230.
- Jouyban, Z. 2012. The Effects of salt stress on plant growth. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2(1): 7-10.
- Kafi, M., A. Borzouei, M. Salehi, A. Kamandi, A. Masoumi, and J. Nabati. 2012. Environmental stresses physiology in plants. Mashhad Jihad Daneshgahi Publications. (In Persian).

- Kamkar, M. and A. Rahimi 2012. Salinity effect on water relation osmoregulators and yield of three plantago species. *Electronic Journal of Crop Production*. 5(2): 145-158. (In Persian).
- Kaya, M.D., G. Okcu, M, Atak, Y. Cıkılı, and O. Kolsarıcı. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy*. 24: 291-295.
- Mosahebeh, M., M, Khorshidi, and H, Faridnouri. 2016. Investigation of physiological responses of wheat under salt stress. *International Journal of Farming and Allied Sciences*. 5: 199-204.
- Mudgal, V., N. Madaan, A, Mudgal, and S. Mishra. 2009. Changes in growth and metabolic profile of chickpea under salt stress. *Journal of Applied Biosciences*. 23: 1436- 1446.
- Najafi, F., R.A. Khanvari-Nejad, and M. Siah Ali. 2010. The effect of salt stress on certain physiological parameters in summer savory (*Satureja hortensis*) plant. *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*. 6: 13-21.
- Parvaiz, A., and S. Satyawati. 2008. Salt stress and phyto-biochemical responses of plants. a review. *Plant, Soil and Environment*. 54: 88–99.
- Prochazkova, D., R.K. Sairam, G.C. Srivastava, and D.V. Singh. 2001. Oxidative stress and antioxidant activity as the basis of senescence in maize leaves. *Plant Science*. 161: 765-771.
- Rayan, J.R., G. Estefan, and Rashid, A. 2001. Soil and plant analysis laboratory manual. (2 edition). ICARDA. Syria.
- Razavizadeh, R., and F. Rostami. 2013. Changes in growth and antioxidant capacity of canola by salinity and salicylic acid under *in vitro. International Research Journal of Applied and Basic Sciences*. 5(2): 192-200.
- Sairam, R.K., K.V. Rao, and G.C. Srivastava. 2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concenteration. *Plant Science*. 163: 1037-1046.
- Sevengor, S., S. Kusvuran, and S. Elliaitioglu. 2011. The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and ntioxidative enzymes of pumpkin seedling. *African Journal of Agricultural Research*. 6: 4920-4924.
- Sirousmeher, A., J. Berdel, and M. Mohamadi. 2015. Changes of germination properties, photosynthetic pigments and antioxidant enzyes activity of safflower as affected by drought and salinity stress. *Journal of Crop Ecophysiology*. 8(4): 517-533. (In Persian).
- Szabados, L., and A. Savoure. 2010. Proline: a multifunctional amino acid. *Trends Plant Science*. 15(2): 89-97.
- Zeng, L., M. Shannon, and S. Lesch. 2001. Timing of salinity stress affects rice growth and yield components. *Agricultural Water Management*. 48: 191-206.

Growth and Some Physiological Characteristics of Savory (*Satureja hortensis* L.) as Affected by Salinity Stress

Lamia Vojodi Mehrabani[1*], Mohammad Bagher Hassanpour aghdam[2], and Rana Valizadeh Kamran[3]

Received: March 2016, Revised: 7 November 2016, Accepted: 24 April 2017

Abstract

The present experement was conducted as a factorial experiment based on RCBD with four NaCl levels (0, 50, 100 and 150 mM) levels and two savory native clones (Tabriz and Hamadan) with three replications, to investigate the effects of Nacl salinity on some physiological (essential oils, chlorophyll, proline, soluble sugars, ion leakage, Na^+ and K^+ content) and growth characteristics of savory. The results revealed that there was significant interaction effects between salinity and clone on chlorophyll a content of the plant. The highest chlorophyll a content in both clones was recorded in the control plants. Root dry weight, Na^+ and K^+ content, K^+/Na^+ ratio, soluble sugars and ion lekage were affected by NaCl salinity. The highest amounts of stem and leaf dry weights, essential oils contents, proline and chlorophyll b content, were influenced by both clone and salinity levels. The highest stem dry weight, essential oil and proline contents belonged to Tabriz clone. The highest leaf dry weight and chlorophyll a+b contents were produced by Hamadan clone. The highest amont for some other traits, like root, stem and leaf dry weights, as well as for $K^+$and K^+/Na^+ ratios, were observed in the control treatment. The highest Na^+ accumulation were recorded in 150 mM NaCl treatment. It was also observed that with increasing salinity levels, proline content was concomitantly increased. The hieghest ion leakage, soluble sugars and proline amounts were belonged to 100 and 150 mM salinity levels. Considering the variation patterns for the traits studied, it seems that the salinity levels in both clones routinely affected the growth and physiological characteristics of the plants. It can be concluded that to achieve economical yields of savory and proper physiologyical traits we have to select salt tolerant clones to suit saline environments.

Key words: Dry weight, Essential oils, Salinity, Savory.

1- Department of Agronomy, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.
2- Department of Horticulture, University of Maragheh, Maragheh, Iran.
3- Department of Agricultural Biotechnology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.
**** Corresponding Author:*** *vojodilamia@gmail.com*