مطالعه تأثیر سطوح مختلف شوری بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی به لیمو (*Lippia citriodora* L.)

حسن باقریان لمراسکی(نویسنده مسئول) [۱*]، شهرام رضوان‌بیدختی [۲]، جعفر مسعودسینکی [۳]، حمید هاشمی‌مقدم [۴] و سوفیا سروری [۵]

۱*- دانشجوی کارشناسی‌ارشد، دانشکده کشاورزی، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران، esi_baber@yahoo.com

۲-استادیار، دانشکده کشاورزی، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران،shahramrezvan93@yahoo.com

۳-استادیار، دانشکده کشاورزی، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران،jmsinaki2020@gmail.com

۴-استادیار، دانشکده کشاورزی، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران،hashemimoghaddam@yahoo.com

۵- دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی، واحد علی‌آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، گلستان، ایران، Sophia_soroori@yahoo.com

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۶

Effect of different levels of salt stress on Qualitative and quantitative traits on Lemon verbena (*Lippia citriodora* L.)

Hassan Bagherian Lemraski[1*], Shahram Rezvan beidokhti[2], Jafar Masoud Sinaki[3], Hamid Hashemi Moghadam[4] and Sophia Soroori[5]

1*- MS.c student, Department of Horticulture, Agriculture college, Damghan Branch, Islamic Azad University, Damghan, Iran, esi_baber@yahoo.com

2- Assistant Professor, Department of Horticulture, Agriculture college, Damghan Branch, Islamic Azad University, Damghan, Iran, shahramrezvan93@yahoo.com

3- Assistant Professor, Department of Horticulture, Agriculture college, Damghan Branch, Islamic Azad University, Damghan, Iran, jmsinaki2020@gmail.com

4- Assistant Professor, Department of Horticulture, Agriculture college, Damghan Branch, Islamic Azad University, Damghan, Iran, hashemimoghaddam@yahoo.com

5- Ph.D student, Department of Horticulture, Agriculture college, Ali Abad katoul Branch, Islamic Azad University, Golestan, Iran, Sophia_soroori@yahoo.com

Received: July 2017 Accepted: August 2017

Abstract

This study has been conducted in order to investigate the effect of salt stress on Qualitative and quantitative traits on Lemon verbena (*Lippia Citriodora*) in the north of Iran, Behshar in 1392 at spring. Experiment was performed in factorial manner in a completely randomized design with three repetitions. The treatments consisted of three levels of salt stress (0, 2.5 and 5 dS/m^2 NACL). Variance Analysis showed that the salinity stress at 0.1 percent had a significant effect on quantitative and qualitative characteristics of medicinal shrub of lemon verbena. Comparison results demonstrated that the effects of salinity were so that the maximum plant morphological characteristics (height, number of stems, wet weight of leaf, wet weight of stem, wet weight of root, dry weight of leaf, dry weight of stem, dry weight of root) and the lowest one were observed in control treatment of under salinity and in the treatment of 5 dS/m^2 of salinity. The results of the comparison of the mean of the qualitative traits showed that the highest amount of chlorophyll a, carotenoid, soluble sugar, antioxidant activity and essential oil content were higher in the control treatment and the chlorophyll b content was 2.5 dS / m^2 and proline at 5 ds/m^2 has been more. No significant difference was found between salinity of 2.5 and 5 dS/m^2 in all investigated factors. As a result, it is not suitable for lemon cultivation in areas with a salinity of 2.5 dS / m^2 and above.

Keywords: Lemon verbena, Salt stress, Soil

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر سطوح مختلف شوری بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی به لیمو (*Lippia citriodora* L.) در منطقه شمال کشور انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سطوح شوری صفر (شاهد)، ۲/۵ و ۵ دسی زیمنس بر متر مربع کلرید سدیم، در بهار ۱۳۹۲ در گلخانه در شهرستان بهشهر استان مازندران انجام شد و صفاتی از قبیل وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک برگ و ارتفاع و تعداد شاخه‌های جانبی اندازه گیری شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد شوری در سطح ۰/۱ درصد معنی دار بوده است و همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد، سطوح مختلف شوری سبب کاهش چشمگیری بر ارتفاع، تعداد شاخه فرعی و وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه گیاه دارویی به‌لیمو گردیده است، به طوری که بیشترین میزان آنها مربوط به تیمار شاهد و کمترین مربوط به تیمار شوری ۵ دسی زیمنس می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین صفات کیفی نشان داد، بیشترین میزان کلروفیل a، کارتنوئید، میزان قند، فعالیت آنتی اکسیدانی و درصد اسانس، در تیمار شاهد بوده و میزان کلروفیل b در سطح ۲/۵ دسی زیمنس بر متر مربع و پرولین در سطح ۵ دسی زیمنس بر متر مربع بیشتر بوده است. در کلیه فاکتورهای مورد بررسی تفاوت معنی داری بین شوری ۲/۵ و ۵ دسی زیمنس بر متر مربع مشاهده نشد. در نتیجه کشت به لیمو در اراضی با شوری ۲/۵ دسی زیمنس بر متر مربع و بالاتر از آن مناسب نمی‌باشد.

کلمات کلیدی: به لیمو، تنش شوری، خاک

مقدمه و کلیات

به لیمو با نام علمی (*Lippia citriodora* L.) درختچه‌ای از خانواه شاهپسند (Verbenaceae) است و و دارای حداقل ۰/۵ درصد روغن فرار است. ماده‌ی اصلی برگ گیاه به لیمو را اسانس لوژیر به میزان ۰/۹ تا ۱/۵ درصد تشکیل می‌دهد. اسانس آن سبکتر از آب، رنگ آن زرد مایل به سبز روشن است و بویی مشابه لیمو دارد (رضایی و جایمند، ۱۳۸۰). از به لیمو در درمان سوء هاضمه، نفخ، دردهای عصبی، سردردهای یک طرفه، سرگیجه و علایم سرماخوردگی استفاده می‌گردد. همچنین به عنوان ادویه در مصارف خانگی برای خوشبو و معطر ساختن گوشت، ماهی، انواع مربا، پوره و .... به کار می‌رود. اسانس به لیمو، دارای خواص باکتری کشی و حشره کشی است (کریمی، ۱۳۸۱). چای به لیمو فوق العاده آرام بخش و تسکین دهنده اعصاب است (Argyropoulou And *et al*, 2007, Valentao, 2002). این گیاه یکی از محصولات نوین در عرصه کشاورزی است که مصرف آن به میزان فزایندهای در کشور در حال افزایش است. امروزه شوری خاک و آب یکی از موانع و محدودیت‌های استفاده از این منابع در تولید بهینه محصولات کشاورزی است. تنش شوری همانند بسیاری از تنش‌های غیرزیستی دیگر، رشد گیاه را محدود می‌کند. رشد گیاهان توسط شرایط مختلف نامساعد محیطی محدود می‌شود که در این میان، تنش شوری به عنوان یکی از مهم‌ترین مشکلات کشاورزی در جهان مطرح می‌شود. شوری زیاد باعث برهم خوردن تعادل یون‌ها در سلول‌های گیاهی، ایجاد تنش اکسیداتیو و کاهش رشد گیاه می گردد (Li *etal.*, 1988). در مجموع، گیاهان مکانیسم-های متفاوتی برای مقاومت در برابر تنش شوری دارند که شامل تنظیم میزان Na^+ ورودی به اندام هوایی، ترشح و دفع نمک در سطح برگ، تغییر در اندام‌های گیاهی القایی و سنتز برخی پروتئین‌هاست (munns, 2005). تنش شوری موجب تغییرات شیمیایی، فیزیولوژیک و مورفولوژیک متعددی در گیاهان می‌شود. این تنش رشد، فتوسنتز، سنتز پروتئین، متابولیسم لیپیدها، تنفس و تولید انرژی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Parida and Das, 2005). غلظت زیاد سدیم در اندام‌هایی هوای دامنه‌ای از مشکلات اسمزی و متابولیک گیاه را موجب شده و سمیت احتمالی ناشی از تجمع بیش از حد این یون در اندام‌های گیاهی و کاهش ماده خشک گیاه را به دنبال داشت (Tester and Davenport, 2003). بررسی‌ها نشان داد که، افزایش سطح شوری باعث کاهش معنی داری در وزن تر و خشک ریشه، ساقه و میزان کلسیم، پتاسیم و افزایش میزان سدیم در اندام هوایی و ریشه گیاه زنیان گردید (Ashraf *et al*., 2004). در گیاه ریحان افزایش شوری باعث کاهش طول ریشه و ساقه، وزن خشک و تر اندامهای هوایی و سطح برگ‌ها شد (Bernstein *et al*., 2009). همچنین افزایش شوری در گیاه مرزه سبب کاهش سرعت فتوسنتز شد (Najafi *et al*., 2010). در شوید (*Anethum graveolens* L.) با افزایش درجه شوری، مقدار کلروفیل برگ‌ها، وزن خشک گیاه و سطح برگ کاهش معنی‌داری پیدا کرده است، ولی در مقابل میزان کل قندهای محلول افزایش یافت. هم‌چنین با افزایش درجه شوری، پتاسیم برگ‌ها بطور معنی‌داری کاهش یافت و مقادیر سدیم و کلر برگ‌ها به‌صورت معنی‌دار افزایش یافت که باعث مسمومیت یونی به ویژه در سطوح بالای شوری گردید (نورانی‌آزاد، ۱۳۸۷). در تحقیقی دیگر به منظور بررسی اثر شوری

بر رشد، عملکرد و میزان اسانس گیاه آگاستاسه(*Agastache foeniculu* kuntz.) انجام گردید. نتایج نشان داد که تنش شوری اثر معنی‌داری بر صفات مورد بررسی داشت. با افزایش سطح شوری، ارتفاع بوته، تعداد و طول شاخه‌های جانبی، قطر ساقه، فواصل میانگره‌ها، تعداد و سطح برگ، وزن تر و خشک برگ و ساقه، عملکرد پیکر رویشی‌تر و خشک در گلدان و میزان اسانس در گلدان کاهش یافت (خرسندی و همکاران، ۱۳۸۹). در تحقیقی روی گلرنگ مشاهده شد تنش شوری باعث کاهش طول ریشه، طول ساقه، وزن تر و خشک ریشه و کلروفیل می‌شود و شوری باعث افزایش سدیم و کاهش پتاسیم برگ می‌شود (چاوشی و همکاران، ۱۳۸۹). مطالعات نشان داد، که تنش‌های مختلف شوری بطور معنی داری بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز (*Cuminum cyminum*) تأثیر داشتند و افزایش تنش شوری موجب کاهش صفات کمی مورد نظر گردید. پدیده شوری یکی از مهمترین عوامل محیطی محدود کننده رشد گیاهان محسوب می‌شود، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر صفات کمی و کیفی گیاه به لیمو می‌باشد.

فرآیند پژوهش

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف شوری بر صفات مورفولوژیک و تعیین دامنه مقاومت گیاه دارویی به لیمو (*Lippia citriodora L.*) به شرایط شور در منطقه شمال کشور انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سطوح شوری صفر (شاهد)، ۲/۵ و ۵ دسی زیمنس بر متر مربع کلرید سدیم، در بهار ۱۳۹۲ در گلخانه، در شهرستان بهشهر استان مازندران انجام شد، نمونه‌ای یکنواخت از خاک گلدان جهت آنالیز گرفته شد. نتایج آنالیز خاک در (جدول ۱) ارائه شده است. آب مورد استفاده در آبیاری، آب شرب بوده که برای تیمار شاهد عاری از شوری و برای تیمارهای دیگر دارای مقادیر ذکر شده از شوری (Nacl) می‌باشد. در پایان اردیبهشت ماه و بعد از پایان دوره اعمال تیمارها، ارتفاع بوته‌ها از محل سطح خاک گلدان‌ها تا انتهای بوته و تعداد شاخه‌های جانبی برای هر بوته جداگانه اندازه گیری و ثبت گردیده است و سپس بوته‌ها را از سطح خاک بریده و برگ‌ها سریعاً از بوته‌ها جدا شده تا وزن تر برگ و ساقه و ریشه‌ها نیز بصورت جداگانه اندازه گیری و بعد از آن برگ‌ها در سایه خشک و سپس توزین شدند. اسانس گیری توسط روش تقطیر با بخار آب (دستگاه کلونجر) انجام پذیرفت. برای اندازه گیری صفات کمی از قبیل میزان کلروفیل a،b و کارتنوئید و میزان قندهای محلول و پرولین و فعالیت آنتی اکسیدان کل در برگ گیاه از روش‌های زیر استفاده گردیده است: جهت اندازه گیری کلرفیل a، b و کارتنوئید از روش آرنون (Arnon, 1967). میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی توسط روش DPPH مورد ارزیابی قرار گرفت (Ebrahimzadeh *et al*., 2008) و برای اندازه‌گیری میزان کل قندهای محلول برگ از روش (schlegl, 1986) و جهت استخراج پرولین از بافت تر از روش (Bates *et al*., 1973) استفاده شده است. جهت تجزیه داده‌ها از نرم افزار SAS استفاده شد و مقایسه میانگین صفات از طریق آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۱ درصد تعیین شد.

جدول ۱: آنالیز خاک

Table 1: Analyze of Soil

هدایت الکتریکی ($EC\times10^3$)	PH	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	بافت خاک (٪)
						رس سیلت شن
۰/۴۷	۷/۶	۰/۴۱	۰/۱۳	۳۰	۲۳۰	۱۷ ۵۴ ۲۹

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر تنش شوری بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه و وزن تر و خشک گیاه به لیمو در سطح ۰/۱ درصد معنی دار شد. مقایسه میانگین سطوح مختلف شوری نشان داد بیشترین ارتفاع بوته، تعداد شاخه و وزن تر و خشک گیاه مربوط به تیمار شاهد و کمترین آنها مربوط به تیمار ۵ دسی زیمنس بر متر مربع تنش شوری شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف شوری نشان داد، بیشترین میزان کلروفیل a و کاروتنوئید در نمونه شاهد و کمترین آن در تیمار ۵ دسی زیمنس بر متر مربع حاصل شد. بیشترین میزان کلروفیل b در سطح شوری ۲/۵ دسی زیمنس بر متر مربع و کمترین آن در سطح ۵ دسی زیمنس بر متر مربع بود، بیشترین میزان قند در تیمار شاهد و کمترین میزان آن در تیمار ۲ دسی زیمنس بر متر مربع حاصل شد. پرولین در سطح شوری ۵ دسی زیمنس بر متر مربع بیشترین میزان و کمترین آن در تیمار شاهد حاصل شد و فعالیت آنتی اکسیدانی و درصد اسانس هر دو در تیمار شاهد بیشترین و در سطح شوری ۵ دسی زیمنس بر متر مربع کمترین میزان بود. طول ریشه و ساقه مهم‌ترین صفات ارزیابی تنش شوری می‌باشند، زیرا ریشه در تماس مستقیم با خاک است و آب را جذب می‌کند و ساقه آن را به سایر قسمت‌ها می-رساند. کاهش رشد ریشه و ساقه می‌تواند ناشی از اثر سمی سدیم و کلر و یا عدم تعادل در جذب عناصر غذایی به وسیله گیاه باشد (Apse and Blumwald, 2002). شوری میزان انرژی لازم برای حفظ شرایط طبیعی سلول را افزایش می‌دهد و در نتیجه مقدار انرژی کمتری برای نیازهای رشد باقی می‌ماند . بنابراین گیاهان در شرایط شور به طور عام ضعیف‌تر بوده و برگهای کوچک‌تری نسبت به گیاهان معمولی دارند. در شرایط شوری، با افزایش فشار اسمزی محیط، رشد رویشی گیاهان کاهش می‌یابد. در ابتدا فقط رشد گیاه بدون آن که هیچ گونه علائم خارجی در آن مشاهده شود متوقف می‌شود، بنابراین تشخیص اثر نمک در این مرحله دشوار است ولی بتدریج آثار تغییر در ساختمان برگها ظاهر می‌شود (حیدری شریف آباد،۱۳۸۰). کاهش ارتفاع گیاه در اثر تنش شوری که در این تحقیق مشاهده شد با نتایج تحقیقات در گیاه ریحان (حسنی، ۱۳۸۲)، مرزنجوش و (*Mentha spicata* El-Keltawi and Croteau, 1987)، حسن یوسف و مریم گلی (Ibrahim and Collins, 1991) مطابقت دارد. در شرایط شوری، پتانسیل اسمزی محلول خاک مشابه حالتی است که از عمل خشکی نتیجه می‌شود. به عبارت دیگر با افزایش شوری خاک، پتانسیل اسمزی و در نتیجه انرژی آزاد آب کاهش یافته و گیاه برای جذب آب با مشکل مواجه می‌شود (اثر اسمزی). به همین دلیل تنش شوری را نوعی خشکی فیزیولوژیکی می‌دانند (حیدری شریف آباد، ۱۳۸۰). شاخه دهی زیاد در شرایط خشکی یک صفت نامطلوب به حساب می‌آید، زیرا باعث افزایش سطح تعرق کننده و اتلاف آب می‌گردد بنابراین کاهش تعداد و طول شاخه‌های جانبی ممکن است یک نوع سازوکار سازگاری باشد که به وسیلهٔ آن گیاه تلاش می‌کند اتلاف آب را کاهش

دهد. کاهش معنی دار طول شاخه‌های جانبی تحت تنش شوری در ریحان نیز گزارش شده است (حسنی ۱۳۸۲). کاهش رشد برگ اولین واکنش گیاهان گلیکوفیت در برابر شوری است (Munns & Termaat, 1986). این کاهش ممکن است نتیجه اثر مستقیم نمک بر سرعت تقسیم سلولی و یا نتیجهٔ کاهش طول مدت توسعه سلولی باشد. همچنین به نظر می‌رسد که در گلیکوفیت ها، عدم توانایی برگها برای جادهی و مورد استفاده قراردادن نمک انتقال یافته از ریشه در سرعتی متناسب با دریافت آن، باعث کند شدن آهنگ رشد برگ و در نهایت مرگ برگ شود (Volkmar *et al*., 1988)در پی کاهش سطح برگ، جذب نور کاهش یافته و ظرفیت کل فتوسنتزی گیاه یا تاج پوشش کاهش می‌یابد که باعث کاهش تأمین فرآورده‌های فتوسنتزی لازم برای رشد می‌گردد (حیدری شریف آباد، ۱۳۸۰). کاهش رشد در شرایط شوری از کاهش سطح فتوسنتزکننده یا میزان فتوسنتز در واحد سطح ناشی می‌شود .به علاوه پیرشدن سریع برگها در اثر تنش شوری منجر به کاهش دوام سطح برگ می‌گردد(Zekri and Parsons, 1990)). رشد برگهای جدید به وسیلهٔ انتقال کربن از برگهای بالغ پشتیبانی می‌شود. هنگامی که توانایی برگها ی مسن‌تر برای حمایت رشد برگی جدید کاهش می‌یابد (در اثر نکروز برگی ناشی از نمک زیاد) تولید و رشد برگهای جدید با مشکل مواجه می‌گردد (حیدری شریف آباد، ۱۳۸۰) علاوه بر کاهش رشد (کاهش ارتفاع، تعداد و طول شاخه‌های جانبی، قطر ساقه، تعداد و سطح برگها)، علائم ظاهری ناشی از تنش شوری به صورت زردی (کلروز) شدید برگهای پایینی و مسن گیاه (به خصوص در تیمار ۵۰ و ۷۵ میلی مولار) پیچش برگهای پایینی و نهایتاً مرگ و ریزش آنها، زردی خفیف در برگهای انتهایی و غنچه‌های گل، نکروز و سوختگی نوک و حاشیه‌های غنچه‌های گل و نیز جوانه‌های بسیار جوان جانبی و در نهایت ازبین رفتن کل گیاه مشاهده شد. در حقیقت قسمتی از کاهش مشاهده شده در تعداد و سطح برگها (در شوری‌های بالای ۲۵ میلی مولار) از مرگ و ریزش برگهای مسن و پایینی گیاه در اثر شوری ناشی شده است. بدیهی است که با کاهش سطح برگ، گیاه آب کمتری را از طریق تعرق از دست می‌دهد، بنابراین محدود شدن سطح برگ را شاید بتوان به عنوان یکی از مکانیسم‌های دفاعی برای اجتناب از شوری در نظر گرفت. کاهش تعداد و سطح برگها در شرایط شوری در ریحان (حسنی و همکاران، ۱۳۸۲)، حسن یوسف (Ibrahim and Collins, 1991)، مریم گلی (Alberico and Cramer, 1993)، خیار و گوجه فرنگی (Al-Harbi, 1995) چغندر قند (Ghoulam *etal*., 2002) گزارش شده است، نتایج این تحقیق را مورد تأیید قرار می‌دهند. با این حال در مرزنجوش و *Mentha spicata*، گزارش کردند که سطح برگ در اثر شوری کاهش معنی داری یافت، در حالی که تعداد برگها در تأثیر شوری قرار نگرفت (El-Keltawi and Croteau, 1987). کاهش وزن تر و خشک برگ و ساقهٔ گیاه که در شرایط شوری که در این تحقیق مشاهده شد با نتایج تحقیقات در کدوی تخمه کاغذی (آرویی، ۱۳۷۹)، پیاز (آروین و کاظمی پور، ۱۳۸۰)، (خدادادی، ۱۳۸۱)، ریحان (حسنی، ۱۳۸۲)، مرزنجوش و *Mentha spicata*، (El-Keltawi and Croteau, 1987)، در حسن یوسف و مریم گلی (Ibrahim and Collins, 1991)، ذرت (Alberico and Cramer, 1993)، گل انگشتانه (Morales *et al*., 1993) و در رازیانه (Graifenberg *et al*., 1996)

مطابقت دارد، که این کاهش در عامل‌های ذکر شده باعث کاهش تولید ماده‌ی تر و خشک و نیز میزان عملکرد در شرایط شوری می‌شود. نتایج بیشتر تحقیقات انجام گرفته، حکایت از کاهش مقدار و عملکرد اسانس گیاهان در اثر شوری دارد. در گیاهان خانوادهٔ نعناع شوری سبب کاهش عملکرد اسانس می‌شود و این احتمالاً به دلیل محدود شدن عرضهٔ سیتوکینین از ریشه‌ها به شاخه‌ها و در نتیجه تغییر نسبت بین سیتوکینین و اسید آبسیسیک برگ باشد (Dow *et al*., 1981). افزایش سطوح تنش شوری میزان اسانس گیاه ریحان را تحت تأثیر قرار می‌دهد که با نتیجهٔ تحقیقات ما مطابقت می‌نماید. همچنین کاهش عملکرد اسانس در نتیجهٔ تنش شوری ممکن است ناشی از اثر زیان آور تنش بر رشد و عمل کرد پیکر رویشی گیاه باشد، به عبارت دیگر با کاهش عملکرد پیکر رویشی گیاه که در شرایط شوری، عملکرد اسانس نیز کاهش می‌یابد (حسنی، ۱۳۸۲). گیاه برای حفظ تورژسانس در تنش شوری موادی می‌سازد که باعث منفی‌تر شدن پتاسیل آبی درون سلول‌ها شده به گیاه اجازه حفظ تورگر را می‌دهد. این مواد که (اسمولیت) نام دارند، اسمولیت ها ترکیباتی هستند که توسط همه موجودات ساخته می‌شوند. این ترکیبات خاصیت انحلال پذیری بسیار بالایی دارند، با این حال وزن ملکولی آن‌ها کم است و معمولاً در غلظت‌های بالا برای سلول سمیت و اختلالی در واکنش‌های طبیعی سلول ایجاد می‌کنند (Ashraf and Foolad, 2007). یکی دیگر از اسمولیت های مهم پرولین می‌باشد، که بسیاری از گیاهان آن را بعنوان اسمولیت محافظ غیرسمی در شرایط شور سنتز می‌کنند پرولین از اسیدهای آمینه‌ای است که در تنظیم فشار اسمزی درون گیاه نقش بسزایی دارد، تنش شوری در گیاهچه برنج موجب افزایش میزان پرولین نسبت به شاهد می‌شود. تحت تنش شوری ارقام متحمل‌تر مقادیر بالاتری از پرولین را در برگ‌های خود تجمع می‌دهند. پرولین باعث محافظت غشاء سلولی در مقابل تنش زیستی و غیرزیستی می‌شود (Miri, 2009). قندها یکی دیگر از اسمولیت‌ها هستند که باعث منفی‌تر کردن پتاسیل اسمزی در سیتوپلاسم شده، به جداسازی Na^+ در واکوئل کمک کرده و موجب تنظیم اسمزی می‌شوند. کربوهیدراتی مانند قندها (گلوکز، فروکتوز، ساکارز، فروکتان) و نشاسته در تنش شوری تجمع می‌یابد. عامل مهم آنها محافظت اسمزی، فشار اسمزی، ذخیره کربن و جاروکردن رادیکال‌هاست. تنش شوری باعث تغییر ساختار قندهایی مانند گلوکز، فروکتوز، ساکارز، فروکتان‌ها در تعدادی از گیاهان می‌شود. در پژوهشی تنش شوری مقدار قندهای احیاء برگ افزایش پیدا کرده است که می‌تواند به علت تولید قندهای محلول برای مقابله با تنش شوری باشد. البته چون ریشه نسبت به بخش‌های هوایی بیشتر در معرض تنش قرار گرفته است، مقدار قند آن کاهش بیشتری داشته و شاید علت آن هزینه کربوهیدرات که گیاه برای ساخت پرولین باشد (Singh and Usha, 2003). در تحقیقی که بر روی گیاه کلزا تحت تنش شوری انجام شده بود میزان قند در نمونه شاهد بیشتر بود که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت (شمس الدین سعید و فرح بخش، ۱۳۸۷). کاهش رشد رویشی و به عبارتی کاهش وزن خشک در اثر تیمار شوری در اندام‌های برگ، ساقه، ریشه به دلیل کاهش سطح فتوسنتز و همچنین کاهش رنگریزه های فتوسنتزی نظیر کلروفیل a و b، جذب خالص co2 و هدایت روزنه‌ای و بسته شدن روزنه‌ها در اثر تنش شوری

می‌شود (Netondo *etal*., 2004) عامل محتمل دیگری که سبب کاهش فتوسنتز می‌گردد اثر بازدارنده تنش شوری بر روی فرآیند جذب و انتقال مواد فتوسنتزی می‌باشد (Demiral *et al*., 2005). کاهش کلروفیل a و b در گیاه زنجبل با نتایج تحقیق فوق مطابقت داشته است (دهقانی و مستاجران، ۱۳۸۹). یکی از علائم تنش شوری در گیاهان کاهش رنگدانه-های فتوسنتزی همانند کلروفیل و کاروتنوئید است کاهش کلروفیل گیاه می‌تواند به علت فعال شدن مسیر کاتابولیسمی کلروفیل و یا عدم سنتز کلروفیل باشد(Sairam *et al*., 2002) . تحت تنش شوری، مقدار رنگیزه های کلروفیل و کارتنوئیدهای گیاه هویج کاهش پیدا کرده است (Eraslan *et al*., 2007). همچنین گزارش شده که میزان کلروفیل a و b درگیاه جو با بکارگیری NaCl کاهش می‌یابد (El-Tayeb *et al*., 2005). نتایج این تحقیق بر گیاه دارویی درمنه کوهی با نتایج این تحقیق مطابقت داشته است و گویای کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی تحت شرایط تنش شوری می‌باشد (رضایتمند و همکاران، ۱۳۹۲).

جدول ۲: مقایسه میانگین سطوح مختلف شوری بر صفات مورد بررسی گیاه به لیمو

Table 2: Comparison of the mean different levels of salinity on trait of lemon verbena

تیمار سدیم (میلی گرم در لیتر)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد شاخه	وزن تر برگ (گرم)	وزن تر ساقه (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک برگ (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)
Na۱	۸۹/۷۹a	۴/۹۸a	۱۷۵/۳a	۱۹۴/۴a	۹۶/۱۱a	۵۲/۷۸a	۶۳/۸۹a	۳۹/۴۴a
Na۲	۶۹/۶۹b	۳/۷۴ b	۱۱۱/۴ b	۱۲۰ b	۷۸/۸۹b	۳۴/۴۴ b	۳۸/۸۹b	۲۷/۲۲b
Na۳	۶۵/۶۷c	۳/۱۷c	۹۴/۳۳c	۹۵/۵۶c	۶۸/۳۳c	۲۹/۲۲c	۳۳/۱۱c	۲۳/۸۹c

*: حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار است.

*: Na۱= ۰ دسی زیمنس بر متر مربع، Na۲= ۲/۵ دسی زیمنس بر متر مربع، Na۳= ۵ دسی زیمنس بر متر مربع

جدول ۳: مقایسه میانگین سطوح مختلف شوری بر صفات مورد بررسی گیاه به لیمو

Table 3: Comparison of the mean different levels of salinity on trait of lemon verbena

تیمار سدیم (میلی گرم در لیتر)	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئید	قند	پرولین	فعالیت آنتی اکسیدان	درصد اسانس
Na۱	۰/۰۱۵a	۰/۰۱۳b	۰/۵۶۶a	۰/۰۴۷a	۳۰/۳۱c	۶۰/۷۲a	۱/۱۱a
Na۲	۰/۰۱۲b	۰/۰۱۴a	۰/۳۴۰c	۰/۰۱۶c	۶۷/۵۹b	۵۶/۷۶ b	۰/۹۸b
Na۳	۰/۰۱۰c	۰/۰۱۰c	۰/۴۷b	۰/۰۴۳b	۲۲۲/۶۱a	۴۶/۵۳c	۰/۸۴c

***: حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار است.**

***: Na۱= ۰ دسی زیمنس بر متر مربع، Na۲= ۲/۵ دسی زیمنس بر متر مربع، Na۳= ۵ دسی زیمنس بر متر مربع**

نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اثر شوری سبب کاهش عملکرد خصوصیات کمی و کیفی گیاه به لیمو می‌شود. بیشترین میزان عملکرد کمی و کیفی گیاه در تیمار شاهد حاصل شده است. افزایش قابل توجه پرولین و فعالیت آنتی اکسیدانتی حاکی از افزایش تنش در گیاه به لیمو در اثر حضور شوری می‌باشد، در نتیجه کشت به لیمو در اراضی با شوری ۲/۵ دسی زیمنس بر متر مربع و بالاتر از آن مناسب نمی‌باشد. می‌توان بیان داشت که گیاه به لیمو مقاوم به شوری نبوده و جهت حصول عملکرد مطلوب، شوری از محدوده گیاه دور گردد.

منابع

۱. آروین، م، کاظمی پور، ن .۱۳۸۰. آثار تنشهای شوری و خشکی بر رشد و ترکیب شیمیایی و بیوشیمیایی چهار رقم پیاز خوراکی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۵(۴):۴۱-۵۲.

۲. آرویی، ح. ۱۳۷۹. تأثیر آماده سازی بذر، تنش شوری و تغذیه ازت بر برخی صفات کمی و کیفی کدوی تخمه کاغذی .پایان نامه دکتری، رشته علوم باغبانی. دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

۳. چاوشی، م. آروین، م ج. منوچهری کلانتری، خ. ۱۳۸۷. اثر متقابل شوری و متیل ژاسمونات بر قند، آنتوسیانین، پراکسیداسیون لیپید و برخی پارامترهای رشد در گیاه گلرنگ (*Carthamustinctorius*). کرمان. مجله علمی –پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم پایه). ۶(۳۵):۱۸۸–۱۵۵.

۴. حسنی خانمیری، م. هاشمی، ک. اصغری، ش. اوستان، ش. بهجوف، ک. ۱۳۹۰. اثر لجن بیولوژیک مجتمع پتروشیمی تبریز بر غلظت برخی فلزات سنگین در خاک و گیاه جو بهاره در شرایط گلخانه‌ای. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. سال دوم. شماره ۸ ۹۲–۸۳.

۵. حسنی، ع .۱۳۸۲. بررسی اثرهای تنش خشکی و شوری ناشی از کلرور سدیم بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

۶. حیدری شریف آباد، ح. ۱۳۸۰. گیاه و شوری. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۱۹۹ صفحه.

۷. خدادادی، م. ۱۳۸۱. بررسی اثرهای تنش شوری و آماد ه سازی بذر بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ارقام پیاز خوراکی ایران .پایان نامه دکتری. رشته علوم باغبانی. دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

۸. خرسندی، ا. حسنی، ع. سفیدکن، ف. شیرزاد، ح. خرسندی، ع. ۱۳۸۹. اثر تنش شوری ناشی از کلرورسدیم بر رشد، عملکرد، میزان و ترکیبات اسانس Agastache foeniculum kuntz. ارومیه. فصلنامهٔ علمی -پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران.۳(۲۶) :۴۵۱–۴۳۸.

۹. دهقانی، ا. مستاجران، ا. ۱۳۸۹. اثر تنش شوری بر رشد رویشی و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی و دفاعی در گیاه زنجبیل (*Zingiber officinale Roscoe*). پیش شماره ۱، صفحه ۱–۸.

۱۰. رضایتمند، ز. خاوری نژاد، ر. اصغری، غ. ۱۳۹۲. اثر سالیسیلیک اسید بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه درمنه کوهی (*Artemisia aucheri* Boiss.) تحت تنش شوری. زیست شناسی گیاهی. سال پنجم. شماره شانزدهم، ۵۷–۷۰.

۱۱. رضایی، م. جایمند، ک. ۱۳۸۰. بررسی ترکیب‌های شیمیایی اسانس به لیمو .12ippie citrodora H.B.et k. فصلنامه پژوهش و سازندگی. شماره ۵۳. صفحه ۱۳–۱۴.

۱۲. شمس الدین سعید، م. فرح بخش، ح. ۱۳۸۷. بررسی صفات کمی و کیفی عملکرد کلزا تحت شرایط تنش شوری و شناسایی بهترین شاخص مقاومت. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، دوره ۱۲. شماره ۴۳، ۶۵–۷۸.

۱۳. کریمی، ه. ۱۳۸۱. فرهنگ رستنی‌های ایران. انتشارات پرچم. چاپ اول. صفحه ۴۶۰.

۱۴. نورانی آزاد، ح. ۱۳۸۷. مجله دانش نوین کشاورزی. سال چهارم. شماره. پاییز ۱۳۸۷.

15. Alberico, G.J. Cramer, G.R. 1993. Is the salt tolerance of maize related to sodium exclusion I. Preliminary screening of seven cultivars. Journal of Plant Nutrient, 16(11): 2289-2303.
16. Al-Harbi, A.R. 1995. Growth and nutrient composition of tomato and cucumber seedling as affected by sodium chloride salinity and supplemental calcium. Journal of Plant Nutrient, 18(7): 1403-1416.
17. Apse, M.P. Blumwald, E. 2002. Engineering salt tolerance in plant. J. Biotech. 13: 146-150.
18. Argyropoulou, CC. Daferera, D. Tarantilis, PA. 2007. Chemical composition of the essential oil from leaves of Lippia citriodora H.B.K. (Verbenaceae) at two developmental stages. Plant Geno. Evol, 35, 831 – 7.
19. Arnon, A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 23:112-121.
20. Arshi, A. Abdin, M. Z. Iqbal, M. 2002. *Biologia Plantarum, 45(2), 295.*
21. Ashraf, M. Foolad, M. R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany* 59: 206-21.
22. Ashraf, M. Mukhtar, N. Rehman, S. Rha, E.S. 2004. Salt-induced changes in photosynthetic activity and growth in a potential medicinal plant Bishop's weed (Ammi majus L.). Photosynthetica, 42(4): 543-550.
23. Aydin, A. Yorulmaz, A. 2005. Effect of salinity on growth chemical composition

and antioxidative enzyme activity of two Malting Barley (Hordeum vulgare L.) cultivars.Turkish Journal of Botany, 29: 117-123.
24. Bates, LS. Waldern, RP. Tear, ID. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil. 39:205-207.
25. Bernstein, N. Kravchik, M. Dudai, N. 2009. Salinity-induced changes in essential oil, pigments and salts accumulation in sweet basil (Osimum basilicum) in relation to alteration of morphological development. Ann. Appl. Biol, 156(2): 167-177.
26. Demiral, M.
27. Dow, A.I. Cline, T.A. Horning, E.V. 1981. Salt tolerance studies on irrigated mint. Bulletin of Agricultural Research Center. Washington State University. Pullman, 906p.
28. Ebrahimzadeh, M.A. Hosseinimehr, S.J. Hamidinia, A. 2008. Antioxidant and free radical scavenging activity of Feijoa sallowiana fruits peel and leaves. Pharmacol. 1: 7-14.
29. El-Keltawi, N.E. Croteau, R. 1987. Salinity depression of growth and essential oil formation in spearmint and marjoram and its reversal by foliar applied cytokinin. Phytochemistry, 26: 1333-1334.
30. EL-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation 45: 215-225.
31. Eraslan, F. Inal, A. Gunes, A. Alpaslan, M. 2007. Impact of exogenous salicylic acid on the growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. Science Horticulture 113: 120-128.
32. Ghoulam, C. Foursy, A and Fares, K. 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environmental and Experimental Botany,* 47: 39-50.
33. Graifenberg, A. Botrini, L. Giustiniani, L. Lipucci Di Paola, M. 1996. Salinity affects growth, yield and elemental concentration of fennel. Horticultural Science, 31(7): 1131-1134.
34. Ibrahim, K.M. Collins, J.C.Collin, H.A. 1991. Effects of salinity on growth and ionic composition of *Coleus blumei* and *Salvia splendens*. Journal of Horticultural Science, 66(2): 215-222.
35. Kumar, P.A. Bandhu, D.A. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety, 60: 324-349.
36. Li, L. Van staden, J. Jager, A.K. 1998. Effects of plant growth regulators on the antioxidant system in seedling of two maize cultivars subjected to water stress. Plant Growth Regulation, 25: 81-87.
37. Miri, H.R. 2009. Plant Stress Physiology. Kermanshah Islamic Azad University Press. 472p. (In Persian)
38. Morales, C. Cusido, R.M. Palazon, J, Bonfill, M, 1993. Response of *Digitalis purpurea* plants to temporary salinity. Journal of Plant Nutrition*,* 16*:* 327–335.
39. Munns, R. 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. New Phyto, 167: 645-663
40. Munns, R. and Termaat, A. 1986. Whole plant response to salinity. Australia Journal Plant Physiology, 13: 143-160.
41. Najafi, F. Khavari-Nejad, R.A.Siah Ali, M. 2010. The effects of salt stress on physiological parameters in summer savory (Satureja hortensis L.) plant. J. Stress Physiol. Biochem, 6(1): 14-21.
42. Netondo, G.W. Onyango, J.C. Beck, E. 2004. Sorghum and salinity: I. Response of growth, water relations, and ion accumulation to NaCl salinity. Crop Science, 44: 797- 805.
43. Parida, A. K. Das, A. B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety 60: 324-349.
44. Sairam, R K, Rao, K.V. Srivastava, G.C. 2002. fferential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Science 163: 1037-1046.
45. Schlegl, H.G. 1986. Die verwertung orangischer souren durch chlorellalincht. Planta. 47:510-521.
46. Singh, B. Usha, K. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regulation 39: 137-141

47. Tester, M. Davenport, R. 2003. Na+ tolerance and Na+ transport in higher plants. Ann. Bot, 91: 503-527.
48. Valentao P, Fernandes E, Carvalho F, Andrade PB, Seabra RM, de Lourdes Basto M. 2002. *Studies on the antioxidant activity of Lippia citriodora infusion: scavenging effect on superoxide radical, hydroxyl radical and hypochlorous acid*. *Biol Pharm Bull*, 25(10): 1324 – 7
49. Volkmar, K.M, Hu, Y. Steppuhn, H. 1998. Physiological responses of plants to salinity. A review of Canadian Journal of Plant Science, 78: 19- 27.
50. Zekri, M. and Parsons, L.R. 1990. Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on root distribution, growth and stomatal conductance of sour orange seedlings. Plant and Soil Journal, 129: 137-143.