تأثیر محلول‌پاشی کلات آهن و نانوذره اکسیدروی بر رشد و غلظت عناصر در گیاه به‌لیمو (*Lippia citrodora*) تحت تنش شوری

لمیا وجودی مهربانی*[1]
[1]دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز
*نویسنده مسئول: *vojodilamia@gmail.com*

چکیده

تنش شوری یکی از چالش‌های مهم زیست‌محیطی در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا است که موجب کاهش عملکرد گیاه می‌شود. به‌منظور بررسی تأثیر تنش شوری کلرید سدیم و محلول‌پاشی باکلات آهن و اکسیدروی آزمایشی در قالب فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. نتایج نشان‌دهنده وجود اثرات متقابل معنادار تنش شوری و محلول‌پاشی بر صفات غلظت ازت، پتاسیم، سدیم، روی، محتوای آب نسبی برگ بود. بالاترین محتوای نسبی آب برگ در تیمارهای بدون تنش شوری با هر دو سطح محلول‌پاشی کلات آهن و نانوذره روی، تنش شوری ۵۰ میلی‌مولار کلریدسدیم با محلول‌پاشی ۴ میلی‌گرم در لیتر کلات آهن مشاهده شد. بیشترین غلظت روی در تیمار بدون تنش شوری و محلول‌پاشی با ۲ و ۴ میلی‌گرم در لیتر نانوذره اکسیدروی مشاهده شد. وزن‌خشک بخش هوایی و غلظت آهن تحت تأثیر اثرات مستقل تنش شوری و محلول‌پاشی قرار گرفت. بالاترین غلظت آهن گیاه در تیمار بدون تنش شوری مشاهده شد. بیشترین عملکرد گیاه در تیمار بدون تنش شوری و تنش شوری ۵۰ میلی‌مولار کلریدسدیم مشاهده شد. محلول‌پاشی با ۴ میلی‌گرم در لیتر کلات آهن موجب افزایش غلظت آهن و وزن‌خشک گیاه شد. براساس نتایج به‌دست‌آمده مشخص شد که محلول‌پاشی باروی و آهن تأثیر معنی‌دار در کاهش اثرات تنش شوری در به‌لیمو داشت.

کلمات کلیدی: به‌لیمو، شوری عناصر

مقدمه

شور شدن زمین‌های کشاورزی در نواحی خشک و نیمه‌خشک جهان یکی از دلایل کاهش عملکرد در اغلب مناطق می‌باشد (Talaei *et al*., 2012) به دلیل عدم تعادل یونی، جذب رقابتی یون‌ها، عدم شرکت یک یون در فعالیت فیزیولوژیکی معین و یا نحوه تقسیم آن‌ها توسط گیاه می‌باشد (Sairam *et al*., 2002). در مطالعه اثر تنش شوری برجذب عناصر غذایی در گیاه اسطوخودوس مشخص شد که تحت تنش شوری، محتوای سدیم و کلر در گیاهان تحت تنش افزایش پیدا کرد (Talaei *et al*., 2012). تحت تنش شوری به‌منظور جبران کاهش جذب عناصر غذایی اغلب از محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی استفاده می‌شود. محلول‌پاشی گیاهان روشی مؤثر و کارآمد در کاهش مصرف کودهای شیمیایی و تأثیر مؤثر آنها بر گیاهان تحت تیمار می‌باشد. محلول‌پاشی گیاهان تحت شرایط تنش موجب افزایش مقاومت انها در برابر تنش می‌شود (Vojodi Mehrabani *et al*., 2017). روی و آهن نقش مهمی در فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه، حفظ تمامیت غشای سلول، از بین بردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن، فعالیت آنزیم‌ها دارند (Sairam *et al*., 2002). به‌لیمو بانام *Lippia citrodora* گیاهی از خانواده شاه‌پسند است، (Albuquerque *et al*., 2006). به‌لیمو درختچه‌ای به ارتفاع ۱/۵ تا ۲ متر، دارای ساقه زاویه‌دار و منشعب با برگ‌های ساده، خشن و کامل، گل‌ها کوچک و جامی شکل است. با توجه به اینکه، به‌لیمو دارای مصارف متعدد دارویی، ادویه‌ای، زینتی، آرایشی و بهداشتی می‌باشد کشت آن در سال‌های اخیر موردتوجه قرارگرفته است (Albuquerque *et al*., 2006). شوری تدریجی آب‌وخاک در نواحی مختلف ایران، مشکل جدی در پرورش گیاهان دارویی می‌باشد لذا هدف از مطالعه حاضر ارزیابی میزان تحمل گیاه به‌لیمو به شوری موجود در محیط کشت و تأثیر محلول‌پاشی با اکسید روی و کلات آهن‌بر رشد و محتوای عناصر در گیاه به‌لیمو می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تاثیرتنش شوری کلریدسدیم و محلول‌پاشی با کلات آهن و اکسیدروی آزمایشی در قالب طرح فاکتوریل برپایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان انجام گرفت. نشاهای ۵ برگی به‌لیمو بعد از انتقال به گلخانه در گلدان‌های پنج لیتری حاوی پرلایت دانه‌متوسط کاشته شدند و به‌منظور سازگاری گیاهان با شرایط گلخانه (۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی، رطوبت نسبی ۶۵٪، دمای روزانه ۲۵ درجه و شبانه ۲۰ درجه سانتی‌گراد) به مدت یک ماه با محلول هوگلند تغذیه شدند. سپس غلظت‌های مختلف کلریدسدیم (غلظت‌های صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار) در مرحله ۷-۶ برگی به‌لیمو به محلول هوگلند اضافه گردید و تا پایان آزمایش از محلول فوق برای تغذیه گیاهان استفاده گردید. به‌منظور محلول‌پاشی گیاهان از غلظت‌های صفر، ۲ و ۴ میلی‌گرم در لیتر کلات آهن و روی استفاده شد. اولین محلول‌پاشی بلافاصله بعد از اعمال تنش و محلول‌پاشی دوم دو هفته (در مرحله ۸-۹ برگی) بعدازآن اعمال گردید. چهار هفته بعد از آخرین محلول‌پاشی نمونه‌برداری از گیاه به‌منظور مطالعه صفات موردنظر انجام گرفت.

اندازه‌گیری متغیرها

اندازه‌گیری وزن‌خشک گیاه: وزن‌خشک بخش هوایی گیاه با استفاده از ترازوی دیجیتال (BBI41, Boeco, Germany) اندازه‌گیری شد.

محتوای نسبی آب برگ: مقدار نسبی آب برگ با استفاده از روش (Xu *et al*., 2005) تعیین شد.

اندازه‌گیری عناصر برگ: مقدار عناصر سدیم و پتاسیم با استفاده از فلیم فتومتری (Corning, 410, England)، غلظت روی و آهن با استفاده از دستگاه جذب اتمی (Corning, 410, England)، محتوای ازت محلول با استفاده از کجلدال به روش AoAC, (1990) تعیین شد.

طرح آزمایشی و آنالیز داده‌های آماری: آزمایش حاضر به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. برای تجزیه داده‌ها از برنامه‌های آماری MSTATC و SPSS استفاده شد. میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

اثرات تنش شوری بر وزن‌خشک بخش هوایی گیاه: نتایج نشان‌دهنده تأثیر مستقل تیمار شوری و محلول‌پاشی بر وزن‌خشک بخش هوایی گیاه بود (جدول ۱). براساس نتایج به‌دست‌آمده از جدول ۲ بالاترین عملکرد وزن خشک بخش هوایی گیاه در تیمار شاهد و ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم به میزان ۱۹ و ۱۷ گرم مشاهده شد. نتایج حاصل نشان داد که با افزایش تنش شوری تا ۱۵۰ میلی‌مولار از عملکرد گیاه کاسته شد. گیاهان در مواجه با تنش شوری دچار تغییرات متابولیکی بسیاری شده که موجب کاهش توانایی آنها در جذب سریع مواد غذایی و آب می‌شود که با تأثیر منفی بر پتانسیل اسمزی گیاه مانع رشد سریع گیاه می‌شود به نظر می‌رسد در چنین شرایطی محلول‌پاشی گیاه تأثیر مثبت بر کاهش اثرات مخرب تنش شوری داشته باشد. بررسی انجام‌شده در گیاه همیشه‌بهار نشان‌دهنده کاهش وزن‌خشک گیاه در اثر تنش شوری بود (Kalhor *et al*., 2019) نتایج مشابهی در این خصوص در گیاه زنیان گزارش شد (Ramezani *et al*., 2017). کاهش رشد مشاهده‌شده در گیاهان رشد کرده تحت تنش شوری به دلیل تجمع نمک در محیط ریزوسفر، برهم خوردن توازن مواد غذایی در این محیط، رقابت در جذب عناصر، اثرات ویژه یون و برهم خوردن متابولیسم عادی گیاه می‌باشد (Sairam *et al*., 2002). محلول‌پاشی تأثیر مثبتی در افزایش عملکرد وزن‌خشک بخش هوایی گیاه داشت و بیشترین عملکرد گیاه به میزان ۱۳/۴ گرم در تیمار محلول‌پاشی ۴ میلی‌گرم در لیتر کلات آهن به دست آمد (جدول ۳). نتایج مشابهی در این خصوص در گیاه زنیان تحت تنش شوری کلریدسدیم و محلول‌پاشی با آهن و روی گزارش شد که نشان‌دهنده افزایش عملکرد گیاه بود (Ramezani *et al*., 2017) در بررسی انجام‌شده در شمعدانی عطری مشخص شد که محلول‌پاشی با سولفات روی موجب افزایش عملکرد گیاه شمعدانی عطری شد (Vojodi Mehrabani *et al*., 2017).

محتوای آب نسبی برگ: بالاترین میزان نسبی آب برگ در تیمار بدون تنش شوری با محلول‌پاشی ۲ و ۴ میلی‌گرم در لیتر نانوذره اکسیدروی و کلات آهن و تیمار ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم با محلول‌پاشی ۴ میلی‌گرم در لیتر کلات آهن مشاهده شد (جدول ۴). در بررسی انجام‌شده در گیاه جاتروفا مشخص شد که تحت تنش شوری و خشکی بیشترین محتوای آب نسبی گیاه در تیمار شاهد مشاهده شد (Abrar *et al*., 2020). بالا بودن مقدار نسبی آب برگ می‌تواند به دلیل کاهش اتلاف آب از طریق بستن روزنه‌ها، جذب بیشتر آب از طریق گسترش ریشه‌ها و یا تنظیم اسمزی از طریق تولید اسمولیت‌هایی مثل گلایسین بتائین، پرولین و قندهای محلول باشد (Sairam *et al*., 2002).

محتوای ازت: بیشترین غلظت ازت نمونه‌ها در تیمارهای بدون تنش شوری با محلول‌پاشی ۲ و ۴ میلی‌گرم در لیتر روی، تنش شوری ۵۰ میلی‌مولار کلریدسدیم با ۲ میلی‌گرم در لیتر نانوذره اکسیدروی و ۵۰ میلی‌مولار کلریدسدیم با محلول‌پاشی ۲ و ۴ میلی‌گرم در لیتر کلات آهن مشاهده شد (جدول ۴). در بررسی انجام‌شده در گیاه گندم مشخص شد که تنش شوری موجب کاهش جذب عناصر غذایی مانند کلسیم، منیزیم، پتاسیم، فسفر و نیتروژن توسط گیاه شد کاهش جذب نیتروژن توسط گیاه موجب کاهش تولید اسیدهای آمینه می‌شود (El-Fouly *et al*., 2011). در بررسی انجام‌شده در خصوص اثر مصرف روی در غلظت نیتروژن در گیاه اسطوخودوس اعلام نمودند که مصرف روی تحت تنش شوری موجب کاهش غلظت نیتروژن در برگ شد (Chrysargris et al., 2018).

غلظت روی برگ: بیشترین غلظت روی برگ در تیمارهای بدون تنش شوری ۱۵۰ با محلول‌پاشی ۲ و ۴ میلی‌گرم در لیتر نانوذره اکسیدروی و کمترین غلظت روی در تیمار تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار و بدون محلول‌پاشی مشاهده شد (جدول ۴). نتایج بررسی انجام‌شده در گندم نشان داد که محلول‌پاشی روی موجب افزایش محتوای روی گیاه شد (El-fouly *et al*., 2011). در تحقیق انجام‌شده در گیاه اسطوخودوس مشخص شد که تنش شوری موجب کاهش محتوای روی در گیاه شد و محلول‌پاشی با روی تأثیر مثبت در محتوای روی اسطوخودوس داشت (Chrysargris *et al*., 2018). آشفتگی به وجود آمده در عناصر غذایی در اثر تنش شوری دسترسی، انتقال و توزیع عناصر غذایی را در گیاه تحت تأثیر قرار می‌دهد که به‌صورت کمبود یک عنصر، عدم توازن یونی براثر رقابت بین یون سدیم و کلر با کاتیون‌هایی مثل پتاسیم، کلسیم و روی و یا آنیون نیترات به وقوع می‌پیوندد که موجب کاهش جذب سایر عناصر غذایی مثل منیزیم، روی و پتاسیم می‌شود (Chrysargris *et al*., 2018). در بررسی انجام‌شده در زنیان مشخص شد که محلول‌پاشی روی موجب افزایش محتوای روی گیاه تحت تنش شوری شد (Ramezani *et al*., 2017).

غلظت سدیم و پتاسیم: بیشترین غلظت سدیم در تیمارهای تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار کلریدسدیم بدون محلول‌پاشی مشاهده شد (جدول ۴). بیشترین میزان پتاسیم نمونه‌ها در شرایط بدون تنش شوری و بدون محلول‌پاشی مشاهده شد (جدول ۴). نتایج مشابهی در خصوص کاهش در جذب پتاسیم تحت تنش شوری در گیاه جاتروفا گزارش شد (Abrar *et al*., 2020). کاهش مشاهده‌شده در جذب پتاسیم تحت تنش شوری ممکن است به دلیل رقابت ایجادشده بین سدیم و پتاسیم در جذب به دلیل وجود ناقل‌های مشابه باشد (Abrar *et al*., 2020). جلوگیری از رشد گیاه تحت شرایط تنش شوری ممکن است به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی گیاه و همچنین کاهش دسترسی به آب و یا تجمع یون‌هایی مثل سدیم و کلر در بافت‌های گیاهی باشد (Chrysargris *et al*., 2018). بررسی‌ها نشان داده است که وجود مقادیر بالای یون پتاسیم در غلظت‌های بالای نمک می‌تواند به‌عنوان یکی از شاخص‌های تحمل گیاه به تنش شوری به دلیل پایین نگه‌داشتن پتانسیل اسمزی سلول‌های ریشه، انتقال املاح به‌واسطه ایجاد فشار تورژسانس در آوندهای چوبی، حفظ تعادل آب داخل گیاه و ادامه فعالیت آنزیم‌ها مطرح باشد (Chrysargris *et al*., 2018).

آهن: بیشترین غلظت آهن در تیمار بدون تنش شوری مشاهده شد. کمترین غلظت آهن در تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار کلریدسدیم مشاهده شد که نشان‌دهنده کاهش ۶۴ درصدی در غلظت آهن نسبت به تیمار شاهد بود (جدول ۲). از طرفی غلظت آهن تحت تأثیر سطوح محلول‌پاشی قرار گرفت و بالاترین غلظت آهن در تیمار محلول‌پاشی ۲ میلی‌گرم در لیتر کلات آهن مشاهده شد (جدول ۳). El-fouly *et al*. (2011) عنوان نمودند که تحت تنش شوری کاهش جذب آهن در بخش هوایی گیاه بیشتر از ریشه بود که نشان‌دهنده کارایی اندک گیاه برای انتقال آهن به بخش هوایی می‌باشد. نتایج مشابهی در خصوص افزایش محتوای آهن تحت تنش شوری در اثر محلول‌پاشی با آهن گزارش شد (Ramzani et al.2017).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از اعمال تنش شوری بر گیاه به‌لیمو نشان‌دهنده تأثیر منفی تنش بر وزن‌خشک گیاه، محتوای عناصر و آب نسبی برگ بود. محلول‌پاشی با روی و کلات آهن تأثیر مثبت بر وزن‌خشک بخش هوایی گیاه و غلظت عناصر داشت. در کل چنین می‌توان عنوان نمود که گیاه به‌لیمو قادر به تحمل تنش شوری تا ۵۰ میلی‌مولار بدون کاهش قابل‌توجه در عملکرد گیاه می‌باشد و محلول‌پاشی با نانوذره اکسیدروی و کلات آهن تأثیر مثبت بر عملکرد و شاخص‌های فیزیولوژیکی گیاه داشت.

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر تنش شوری و محلول‌پاشی باکلات آهن و اکسید روی بر صفات رشدی و محتوای عناصر و مقدار نسبی آب برگ در به‌لیمو.

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن‌خشک بخش هوایی	مقدار نسبی آب برگ	محتوای ازت	محتوای پتاسیم	محتوای سدیم	محتوای آهن	محتوای روی
تکرار	3	7.8^{ns}	37^{ns}	0.17^{**}	384^{ns}	3587^{ns}	1217^{**}	19^{**}
شوری	3	34^{**}	47^{**}	3.8^{**}	132551^{**}	295213^{**}	21352^{**}	1897^{**}
محلول‌پاشی	4	35^{*}	57^{*}	0.36^{**}	25221^{**}	24215^{*}	1775^{**}	1327^{**}
شوری × محلول‌پاشی	12	20^{ns}	174^{**}	0.29^{**}	48838^{**}	42541^{**}	24.3^{ns}	631^{**}
خطا آزمایشی	38	9.1	16	0.027	2158	24547	57	7.5
C.V. (%)		8	10	6.1	8.9	6.9	3.5	9

ns، * و ** به ترتیب به مفهوم عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

جدول ۲- مقایسه میانگین تأثیر تنش شوری بر وزن خشک و محتوای آهن در به‌لیمو.

سطوح کلرید سدیم (mM)	وزن‌خشک بخش هوایی (g/ pot)	محتوای آهن (mg Kg^{-1} DWt)
0	19^{a}	270a
50	17^{a}	141^{b}
100	9.2^{b}	115^{c}
150	5.3^{c}	96^{d}
LSD (1%)	2.1	9.1

حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر سطوح مختلف محلول‌پاشی با کلات آهن و نانوذره اکسید روی بر عملکرد و محتوای آهن در به‌لیمو

سطوح محلول‌پاشی با نانوذره اکسیدروی و کلات آهن (mg l^{-1})	وزن‌خشک بخش هوایی (g/pot)	محتوای آهن (mg Kg^{-1} DWt)
0	7.8^{c}	130^{d}
2 میلی‌گرم در لیتر نانوذره اکسید روی	9.8^{b}	213^{c}
4 میلی‌گرم در لیتر نانوذره اکسید روی	9.2^{b}	225^{c}
2 میلی‌گرم در کلات آهن	10.5^{b}	399^{b}
4 میلی‌گرم در لیتر کلات آهن	13.4^{a}	434^{a}
LSD (1%)	۲,۳	۳,۴

حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش شوری و محلول‌پاشی با نانوذره اکسید روی و کلات آهن‌بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک به‌لیمو.

سطوح کلرید سدیم (mM)	سطوح محلول‌پاشی (mg L^{-1})	محتوای نسبی آب برگ (%)	محتوای پتاسیم (mg Kg-1 Dwt)	محتوای سدیم (mg Kg^{-1} Dwt)	محتوای ازت (%)	محتوای روی (mg Kg^{-1} DWt)
0	0	75^{b}	1430a	285^{f}	1.04^{c}	26^{d}
0	۲ میلی‌گرم در لیتر نانوذره اکسید روی	78^{ab}	1240^{c}	250^{f}	2.8^{a}	87^{a}
0	۴ میلی‌گرم در لیتر نانوذره اکسید روی	81^{a}	1312^{b}	288^{f}	2.1^{a}	81^{a}
0	۲ میلی‌گرم در لیتر کلات آهن	89^{a}	1254^{c}	350^{e}	1.74^{b}	49^{c}
0	۴ میلی‌گرم در لیتر کلات آهن	87^{a}	1234^{c}	321^{e}	1.9^{b}	47^{c}
50	0	73^{b}	1187^{d}	789^{cd}	1.7^{b}	22^{d}
50	۲ میلی‌گرم در لیتر نانوذره اکسید روی	75^{b}	1050^{e}	609^{d}	1.9^{a}	57^{b}
50	۴ میلی‌گرم در لیتر نانوذره اکسید روی	69^{b}	1251^{c}	690^{d}	1.3^{e}	53^{b}
50	۲ میلی‌گرم در لیتر کلات آهن	79^{b}	1247^{c}	591^{d}	1.9^{a}	45^{b}
50	۴ میلی‌گرم در لیتر کلات آهن	81^{a}	1157^{d}	580^{d}	1.9^{a}	41^{b}
100	0	65^{c}	1005^{e}	1123^{a}	1.5^{b}	19^{e}
100	۲ میلی‌گرم در لیتر نانوذره اکسید روی	66^{c}	1014^{e}	954^{c}	1.6^{b}	37^{c}
100	۴ میلی‌گرم در لیتر نانوذره اکسید روی	59^{d}	1019^{e}	1000^{bc}	1.0^{e}	33^{c}
100	۲ میلی‌گرم در لیتر کلات آهن	56^{d}	1210^{c}	987^{c}	1.4^{b}	22^{d}
100	۴ میلی‌گرم در لیتر کلات آهن	65^{c}	1189^{c}	977^{c}	1.6^{b}	19^{e}
150	0	39^{e}	987^{f}	1256^{a}	0.9^{d}	12^{f}
150	۲ میلی‌گرم در لیتر نانوذره اکسید روی	43^{e}	1005^{ef}	1048^{b}	1.1^{c}	18^{e}
150	۴ میلی‌گرم در لیتر نانوذره اکسید روی	40^{e}	1018^{f}	1102^{b}	0.99^{d}	20^{d}
150	۲ میلی‌گرم در لیتر کلات آهن	49^{de}	1087^{e}	1021^{b}	1.1^{c}	17^{e}
150	۴ میلی‌گرم در لیتر کلات آهن	52^{de}	1058^{e}	1124^{b}	1.2^{c}	19^{e}
LSD (%)		2.9	9.6	11	0.47	8.4

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری می‌باشد

References

Abrar, M.M., Saqib, M., Abbas, G., Tiq-ur-Rahman, M., Mustafa, A., Alishah, SA., Mehmmod, K., Maitlo, A.A., Hasson, M., Sun, N., Xu, M. 2020. Evaluation contribution of growth physiological and ionic in Jatropha carcus. Plants, doi: 10.3390/plants9111574.

Albuquerque, C.C., Camara, T.R., Mariano, R.L.R., Willadino, L., Marcelino Junior, C., Ulisses, C. 2006. Antimicrobial Action of the Essential Oil of Lippia gracilis Schauer. Brazilian Archives of Biology and Technology, 49 (4): 527-535.

AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Agricultural Chemists, Washington, DC.

Chrysargyris, A., Solomou, M., Petropoulos, S.A., Tzortzakis, N. 2019. Physiological and biochemical attributes of *Mentha spicata* when subjected to saline conditions and cation foliar application. Journal of Plant Physiolgy, 232, 27-38.

El-Fouly, M.M., Mobarak, Z.M., Salama, Z.A. 2011. Micronutrients (Fe, Mn, Zn) foliar spray for increasing salinity tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L). African Journal of Plant Science, 5 (5), 314-322.

Kalhor, M., Dehestani-Ardakani, M., Shirmardi, M., Gholam-Nejad, J. 2019. Effect of different media cultures on physico-chemical characteristics of pot marigold (*Calendula officinalis* L.) plants under salt stress. Plant Production (Scientific Journal of Agriculture), 4(1): 89-102.

Ramezani, M.R., Segnotoleslami, M.J., Sayyarizohan, M.H., Moosavi, S.G. 2017. Effects of salinity and foliar application of Zn and Fe on yield and morphological and qualities traits of *Carum copticum*. Environmental Stress in Crop Science, 10(4): 595-604.

Sairam, R.K., Rao, K.V., Srivastava, G.C. 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.

Talaei, D., Abdul Kadir, M., Khanif Yusop, M., Valdiani, A., Abdullah, M.P. 2012. Salinity effects on macro and micro nutrients uptake in medicinal plant King of Bitters (*Andrographis paniculata* Nees). Plant Omics Journal, 5(3): 271-278.

Vojodi Mehrabani, L., Valizadeh Kamran, R., Hassanpouraghdam, M.B., Pessarakli, M. 2017. Zinc sulfate foliar application effects onsome physiological characteristics and phenolic and essential oil contents of *Lavandula stoechas* L. under sodium chloride (NaCl) salinity conditions. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 48 (16): 1860-1867.

Xu, S., Li, J., Zhang, X., Wei, H., Cui, L. 2005. Effects of heat acclimation pretreatment on changes of membrane lipid peroxidation, antioxidant metabolites, and ultra-structure of chloroplasts in two cool-season tufgrass species under heat stress. Environmental and Experimental Botany, 56: 274-285.

The effects of NaCl salinity and foliar application of Fe EDTA and zinc oxide on some growth characteristics and elemental concentration of *Lippia citrodora*

Lamia Vojodi Mehrabani[1]
Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Azarbaijan Shahid Madani University, Iran.
Email:vojodilamia@gmail.com, Phone: +989141071204

Abestract

One of the major environmental stresses challenging agricultural produce worldwide, is the progressive soils salinity. To study the effects of NaCl salinity stress and foliar application of FeEDTA and nono-zincoxide on *Lippia citrodor* growth and some physiological traits an experiment conducted as factorial based on RCBD with three replications. The results revealed the interaction effects of salinity and foliar application on the N, K, Na, and relative water content of leaves. The top amounts of relative water content were recorded at $NaCl_0$×2 and 4 mgL^{-1} zinc oxide and FeEDTA, $NaCl_{50}$× 4 mgL^{-1} FeEDTA. The highest amounts of Zn content were recorded with $NaCl_0$ × 2 and 4 mgL^{-1} nano zinc oxide. Plant dry weight and Fe content were affected by independent effects of salnity and foliar application. The highest data for Fe concentration was recorded with no salinity stress. The maximum amount of plant dry weight was recorded at 0 and 50 Mm salinity stress. Foliar application with 4 mgL^{-1} FeEDTA influenced plant dry weight and Fe concentration in *Lippia citrodora*. The results revealed that foliar spray with FeEDTA and nano zinc oxide under salinity condition had positive effects on yield and physiological traits of *Lippia citrodora*.

Keywords: *Lippia citrodora*, nutrient elements, salinity