نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار و تابستان۱۴۰۲، ص. ۱۱۰-۹۵

Water Management in Agriculture
Vol. 10, No. 1 Spring and Summer 2023, 95-110

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی تأثیر کاربرد تنش خشکی و شوری بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و غلظت عناصر نعناع فلفلی (*Mentha Piperita* L.) در شرایط سلنیوم

وحید شمس‌آبادی[۱]، حسین بانژاد[۲*]، حسین انصاری[۳] و سید حسین نعمتی[۴]

چکیده

با هدف بررسی تأثیر تنش خشکی و تنش شوری بر میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی و غلظت عناصر گیاه نعناع فلفلی و نیز تأثیر محلول‌پاشی سلنیوم بر آن‌ها، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی در تربت‌جام و در سال ۱۳۹۹ اجرا شد. فاکتورهای موردبررسی شامل شوری در ۳ سطح (S1=۰، S250= و S3100= میلی مولار کلرید سدیم)، تنش آبی در ۳ سطح (I1=۱۰۰، I2= ۷۵ و I3= ۵۰ درصد نیاز تأمین آبی) و سلنیوم در ۲ سطح (صفر و پنج میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم) بودند. نتایج نشان داد که با افزایش سطح تنش خشکی و شوری، از میزان کلروفیل a، b و کل و کارتنوئیدها کاسته شد. هم‌چنین با انجام محلول‌پاشی سلنیوم، به ترتیب ۵/۵۳، ۶/۱۰، ۷/۵۹ و ۸/۱۰ درصد به میزان کلروفیل a، b و کل و کارتنوئیدها در گیاه نعناع فلفلی افزوده گردید. بررسی تأثیر تنش خشکی و شوری بر غلظت عناصر موجود در نعناع فلفلی نشان داد که با افزایش تنش خشکی از I1 به I2 و I3، غلظت آهن به ترتیب ۶/۶۱ و ۶۸/۵۹، غلظت روی به ترتیب ۹/۰۹ و ۱۸۱/۸، غلظت سدیم به ترتیب ۲۶/۳۹ و ۶۲/۹۳ و غلظت پتاسیم به ترتیب ۱۱/۹۱ و ۱۲/۷۷ درصد افزایش و با افزایش تنش شوری از S1 به S2 و S3، از میزان غلظت آهن به ترتیب ۱۹/۹۴ و ۲۷/۸۱ و از میزان غلظت روی به ترتیب ۸۷/۱۰ و ۸۳/۵۷ درصد کاسته و میزان غلظت سدیم از ۸/۴۵ به ترتیب به ۲۱/۸۷ و ۱۲۳/۶۷ میلی‌گرم بر گرم افزایش یافت. همچنین با افزایش تنش شوری از S1 به S2 و S3، میزان غلظت پتاسیم به ترتیب ۲/۱۷ درصد افزایش و ۲۱/۵۵ درصد کاهش یافت. نتایج نشان‌دهنده مؤثر بودن سلنیوم در کاهش اثرات تنش شوری و خشکی و نیز تأثیرگذاری آن بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و غلظت عناصر در گیاه نعناع فلفلی است.

واژه‌های کلیدی: آهن، پتاسیم، روی، سدیم، کلروفیل

مقدمه

تنش‌های شوری و خشکی ازجمله مسائل و مشکلات مهم کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا به‌شمار می‌روند (Husain et al., 2013). این شرایط باعث کاهش شدید محصول زمین‌های زراعی به‌واسطه القای طیف گسترده‌ای از آشفتگی و بی‌نظمی در انجام فعالیت‌های حیاتی در مقیاس سلولی و نیز گیاه کامل شده که می‌تواند منجر به مرگ گیاه و یا کاهش در میزان بهره‌وری گردد (سعیدی‌پور ، ۱۳۹۶). غالب نتایج مطالعات تنش شوری و خشکی نشان داده است که بالا بودن نمک در محلول خاک و یا کمبود آب، عملکرد گیاهان زراعی را به‌شدت کاهش می‌دهد (Pirasteh et al., 2015). مانس بیان کرد که گیاهانی که دچار تنش شوری هستند به احتمال زیاد تنش آبی را نیز تجربه خواهند کرد که منجر به آسیب اکسیدانی می‌شود (Munns, 2005). بررسی مطالعات انجام گرفته نشان می‌دهد که تنش‌های خشکی و شوری از عوامل محدودکننده

[۱] دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
[۲] دانشیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران (*نویسنده مسئول: Banejad@um.ac.ir)
[۳] استاد گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
[۴] استادیار گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۰۴
DOR: 20.1001.1.24764531.1402.10.1.7.5

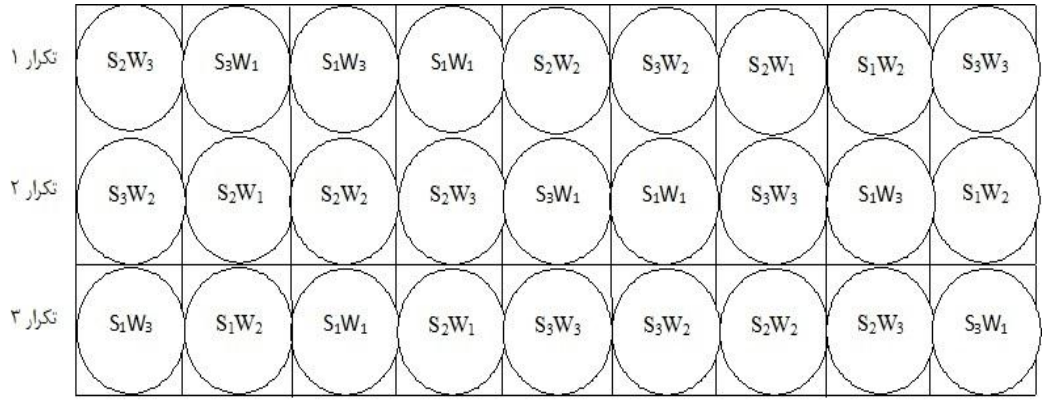
گیاهان معطر و دارویی از خانواده نعناعیان است (بصیری همکاران، ۱۳۹۹). گرگینی شبانکاره و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر خصوصیات گیاه نعناع فلفلی در دانشگاه زابل پرداختند. تیمارهای آبیاری ۸۵، ۷۵، ۶۵ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و عدم تنش به‌عنوان سطوح مختلف آبیاری در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که تأثیر تنش کم‌آبی بر ارتفاع بوته، فاصله میانگره، وزن تر و خشک گیاه، محتوای نسبی آب برگ و درصد اسانس معنی‌دار بود. رودباری و همکاران به بررسی تأثیر تنش شوری بر خصوصیات گیاهی گیاه نعناع فلفلی در شرایط گلخانه‌ای پرداختند. تیمارهای در نظر گرفته شده شامل سطوح شوری ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار کلرید سدیم بودند. نتایج نشان داد که گیاه در تیمار با شوری ۲۰۰ میلی مولار کلرید سدیم از بین می‌رود. با اعمال شوری ۱۰۰ میلی مولار، طول میانگره‌ها و طول ساقه در این تیمار نسبت به تیمار شاهد ۳۴ و ۵۱ درصد کاهش یافته است (Roodbari et al., 2013). نعناع فلفلی با نام علمی Mentha piperita L گیاهی پایا است که توسط ساقه‌های خزنده هوایی و زیرزمینی تکثیر می‌شود (صداقت و همکاران، ۱۳۸۴). فاستر، اکلس و فلمینگ بیان کردند که اسانس نعناع فلفلی مصارف دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی فراوانی دارد. این گیاه یکی از پرمصرف‌ترین گیاهان دارویی است. نعناع فلفلی گیاهی است علفی و چندساله، دارای برگ‌های متقابل و بیضی شکل است که در کناره‌ها دندانه‌دار و به رنگ سبز تیره مشاهده می‌شوند. این گیاه دارای ساقه زیرزمینی است و بذر آن فاقد قوه رویشی است. به‌واسطه وجود اسانس در اندام‌های رویشی، از بویی مطبوع و مزه‌ای خنک و تند برخوردار است. (Foster, 1996; Eccles, 1994; Fleming,1998) تحقیقات نشان داده است تنش خشکی و شوری بر جذب عناصر و مواد معدنی در گیاهان تأثیر می‌گذارد (جعفری و همکاران، ۱۴۰۰). روحانی و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که تنش شوری در سه رقم تربچه موجب افزایش میزان سدیم در اندام هوایی و غده گردید. پیرزاد و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهش خود عنوان نمودند که تنش آبی در گیاه بابونه آلمانی موجب کاهش میزان منیزیم و فسفر در تیمار ۷۰ و ۵۵ درصد ظرفیت زراعی گردید. عزیزآبادی و همکاران (۱۳۹۳) عنوان نمودند تنش خشکی موجب کاهش غلظت روی، منگنز، مس، فسفر، نیتروژن و کلسیم و افزایش غلظت آهن و پتاسیم برگ گردید. همچنین تنش شوری و خشکی بر میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه تأثیرگذار است. قربانی و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهش خود بیان کردند که با افزایش سطح تنش شوری در گیاه نعناع فلفلی از صفر به شش دسی زیمنس بر متر، از میزان کلروفیل کل، کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئیدها کاسته می‌شود. کامروا و همکاران (۱۳۹۶) عنوان کردند که در ژنوتیپ‌های مختلف سویا با اعمال تنش خشکی در مراحل مختلف رشد، کلروفیل کل، کلروفیل a و کلروفیل b کاهش پیدا نمودند. با عنایت به اینکه تنش شوری و تنش آبی از مسائل و مشکلات جدی در مناطق خشک می‌باشند، بنابراین بررسی تأثیر کاربرد تنش شوری و خشکی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و غلظت بعضی عناصر نعناع فلفلی در حضور سلنیوم ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد تنش شوری و خشکی بر روی رنگیزه‌های فتوسنتزی و غلظت بعضی عناصر نعناع فلفلی در حضور سلنیوم در شرایط هیدروپونیک، این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی تربت‌جام با طول و عرض جغرافیایی ۶۰/۶۴ و ۳۵/۲۳ و ارتفاع ۹۸۲ متر از سطح دریا واقع در استان خراسان رضوی و در سال زراعی ۱۳۹۹ انجام گردید. در این پژوهش فاکتورهای مورد بررسی شامل فاکتور شوری در ۳ سطح (S_1=۰، S_2 =۵۰ و S_3=۱۰۰ میلی مولار کلرید سدیم)، فاکتور تنش آبی در ۳ سطح (I_1=۱۰۰، I_2= ۷۵ و I_3= ۵۰ درصد تأمین نیاز آبی) و فاکتور سلنیوم در ۲ سطح (صفر و پنج میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم) و ۳ تکرار انجام گردید. در شکل (۱) نمونه‌ای از گیاه نعناع فلفلی تیمار شده در گلخانه تحقیقاتی ارائه شده است. پس از استقرار گیاهان و به‌محض پیدایش برگ‌های جدید (دو هفته پس از انتقال ریزوم‌ها)، ابتدا گلدان‌ها تحت تیمار سلنات سدیم (Na2SeO4) با غلظت‌های صفر و پنج میلی‌گرم

در لیتر به‌صورت محلول‌پاشی برگی قرار گرفتند، عمل محلول‌پاشی سه بار به‌صورت یک روز در میان انجام گردید و ۲۴ ساعت پس از آخرین محلول‌پاشی، گیاهان تحت سایر تیمارها قرار گرفتند. تیمارهای شوری از کم‌ترین میزان و غلظت‌های بیشتر به‌تدریج در طی چند روز به گلدان‌ها افزوده شد (وطن‌خواه و همکاران، ۱۳۹۶). در این پژوهش از آب مقطر با pH ۶/۰۵ و EC ۰/۰۵۵ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر استفاده گردید و سپس در تیمارهای شوری، سایر سطوح شوری به آن افزوده شد. به‌منظور محاسبه نیاز آبی، ضرایب گیاهی منفرد نعناع فلفلی از نتایج شهریاری (۱۳۹۰) استفاده گردید. ضرایب گیاهی نعناع فلفلی برای مراحل رشد ابتدایی، توسعه و میانی به ترتیب ۰/۳، ۰/۸ و ۰/۵ در نظر گرفته شدند. در این پژوهش، میزان نیاز تغذیه‌ای گیاهان در ابتدای آزمایش براساس منابع علمی معتبر برآورد شده و به همان میزان در اختیار گیاهان قرار داده شد بطوریکه هر گیاه در پایان دوره رشد عناصر غذایی مورد نیاز خود را دریافت نمود، به عبارت ساده‌تر، مقدار عناصر دریافتی مشابه گردید. در این تحقیق از محلول غذایی هوگلند استفاده گردید. پس از برداشت گیاه، رنگیزه‌های فتوسنتزی و غلظت آهن، روی، سدیم، پتاسیم و نسبت سدیم به پتاسیم اندازه‌گیری گردید. نقشه شماتیک طرح آزمایشی به‌صورت مجزا برای عدم حضور سلنیوم در شکل (۲) آورده شده است همچنین برای تیمارهای مربوط به محلول‌پاشی سلنیوم به میزان ۵ میلی‌گرم در لیتر، از همین نقشه به‌صورت مجزا استفاده شد.

شکل ۱- نمونه‌ای از گیاه نعناع فلفلی تیمار شده در گلخانه تحقیقاتی



شکل ۲- نقشه شماتیک طرح آزمایشی در حضور و عدم حضور سلنیوم به‌صورت مجزا

اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی

برای سنجش محتوی رنگیزه‌های فتوسنتزی، مقدار ۰/۵ گرم از بافت برگ تازه در هاون چینی ریخته و با استفاده از نیتروژن مایع خرد شد. ۲۰ میلی‌لیتر استن ۸۰ درصد به نمونه اضافه، سپس در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت. عصاره جداشده رویی به فالکون منتقل و مقداری از نمونه در کووت اسپکتروفتومتر ریخته شد و سپس به‌طور جداگانه در طول موج‌های ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل a، ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل b و ۴۷۰ نانومتر برای کارتنوئیدها توسط اسپکتروفتومتر مقدار جذب قرائت گردید(Arnon, 1967).

اندازه‌گیری عناصر (آهن، روی، سدیم و پتاسیم)

به‌منظور اندازه‌گیری غلظت آهن، روی، سدیم و پتاسیم، ابتدا ۰/۵ گرم از برگ خشک‌شده و آسیاب شده را وزن کرده سپس در کوره در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۳ ساعت قرار داده شد تا نمونه‌ها تبدیل به خاکستر شوند. سپس ۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۲ نرمال به هر نمونه افزوده شد و در پایان توسط آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانیده شد. سپس جهت اندازه‌گیری میزان غلظت آهن، کادمیوم، روی، سدیم و پتاسیم در برگ‌ها از دستگاه طیف‌سنج اتمی مدل GBC Savantaaساخت استرالیا استفاده گردید.

آنالیز داده‌های آماری: جهت تجزیه داده‌ها از برنامه آماری SAS ورژن ۹/۴ استفاده شد. برای رسم نمودارها و شکل‌ها از برنامه اکسل استفاده گردید. میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج و یک درصد مقایسه شد.

نتایج و بحث

الف) رنگیزه‌های فتوسنتزی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس رنگیزه‌های فتوسنتزی (جدول ۱)، علاوه بر اثرات ساده شوری، آبیاری و سلنیوم، اثر برهمکنش دوگانه تنش شوری و تنش آبیاری نیز بر رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه نعناع فلفلی در سطح یک درصد معنی‌دار گردید.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) رنگیزه‌های فتوسنتزی تحت تیمارهای مختلف شوری، خشکی و سلنیوم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کارتنوئیدها
شوری	۲	۴/۰۳۸**	۰/۹۲۶**	۸/۷۷**	۰/۴۶۰**
آبیاری	۲	۲/۲۰۰۰**	۰/۵۰۲**	۴/۷۹**	۰/۲۶۱**
سلنیوم	۱	۰/۲۳۹**	۰/۰۹۹**	۰/۶۴**	۰/۰۴۶**
شوری× آبیاری	۴	۰/۰۶۶**	۰/۰۱۱ **	۰/۱۲**	۰/۰۱۶۵ **
شوری× سلنیوم	۲	۰/۰۲۸ ns	۰/۰۰۰۹ ns	۰/۰۲۶ ns	۰/۰۰۰۶ ns
سلنیوم × آبیاری	۲	۰/۰۲۹ ns	۰/۰۰۰۳ ns	۰/۰۳۳ ns	۰/۰۰۰۶ ns
شوری× آبیاری × سلنیوم	۴	۰/۰۲۴ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۳۷ ns	۰/۰۰۴ ns
خطا	۳۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱۷	۵۱/۰۰۹۲**	۰/۰۰۰۹
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۴۶	۳/۱۳	۱/۰۳۷۰	۳/۹۷

ns،*و**: به ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

کلروفیل a

نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تنش شوری، تنش خشکی و سلنیوم بر کلروفیل a (جدول ۲) نشان داد که با افزایش تنش آبیاری از ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی، از میزان کلروفیل a به ترتیب ۹/۵۲ و ۲۵/۲۷ درصد و با افزایش تنش شوری از صفر به ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، از میزان کلروفیل a به ترتیب ۷/۸۸ و ۳۲/۶۱ درصد کاسته شد. هم‌چنین با انجام محلول‌پاشی برگی سلنیوم، ۵/۵۳ درصد رنگدانه‌های نورساختی a افزایش یافت. نتایج اثرات برهمکنش تنش‌های شوری و خشکی بر کلروفیل a (شکل ۳) حاکی از آن بود که اعمال هم‌زمان این دو تنش، موجب تشدید کاهش میزان کلروفیل a می‌گردد، به‌گونه‌ای که بیشترین میزان کلروفیل a در تیمار I1S1 و به میزان ۳/۲۵ میلی‌گرم بر گرم و کمترین آن در تیمار I3S3 و به میزان ۱/۵۴ میلی‌گرم بر گرم اندازه‌گیری گردید.

دلالوئیز عنوان نمود که به نظر می‌رسد کاهش میزان کلروفیل a در اثر تنش خشکی و شوری، به علت افزایش تولید

رادیکال‌های اکسیژن باشد که باعث پراکسیداسیون و در نتیجه تجزیه این رنگیزه می‌گردد (De la luz, 2004). ایزدی و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که با افزایش تنش خشکی از تیمار شاهد به ۸۰، ۶۰، ۴۰ و ۲۰ درصد ظرفیت مزرعه، میزان کلروفیل a به‌شدت کاهش یافت. قربانی و همکاران (۱۳۹۷) نشان دادند که افزایش سطح تنش شوری از صفر به ۲، ۴ و ۶ دسی زیمنس بر متر موجب کاهش میزان کلروفیل a گردید.

کلروفیل b

بررسی مقایسه میانگین اثر ساده تنش شوری، تنش خشکی و سلنیوم بر کلروفیل b (جدول ۲) نشان داد که با افزایش تنش آبیاری از ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی، از میزان کلروفیل b به ترتیب ۹/۹۳ و ۲۱/۸۵ درصد و با افزایش تنش شوری از صفر به ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، از میزان کلروفیل b به ترتیب ۱۱/۵۳ و ۲۸/۸۴ درصد کاسته شد.

هم‌چنین با انجام محلول‌پاشی برگی سلنیوم، ۶/۱۰ درصد به میزان کلروفیل b در گیاه نعناع فلفلی افزوده گردید. نتایج اثرات متقابل تنش‌های شوری و آبیاری بر کلروفیل b (شکل ۳) نشان داد که اعمال تنش آبیاری و تنش شوری به‌صورت هم‌زمان، موجب تشدید کاهش میزان کلروفیل b می‌گردد، به‌گونه‌ای که بیشترین میزان کلروفیل b در تیمار I1S1 و به میزان ۱/۷۷ میلی‌گرم بر گرم و کمترین آن در تیمار I3S3 و به میزان ۰/۹۳ میلی‌گرم بر گرم اندازه‌گیری گردید.

قربانی و همکاران (۱۳۹۷) نشان دادند که افزایش سطح تنش شوری از صفر به ۲، ۴ و ۶ دسی زیمنس بر متر موجب کاهش میزان کلروفیل b در گیاه نعناع فلفلی گردید. وطن‌خواه و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند که افزایش تنش شوری (۱/۸۶، ۵، ۷/۵ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر) موجب کاهش میزان کلروفیل b در گیاه نعناع فلفلی گردید. حکم‌آبادی و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند که با افزایش تنش خشکی (۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد ظرفیت زراعی) از میزان کلروفیل b در گیاه نعناع فلفلی کاسته شد.

کلروفیل کل

نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تنش شوری، تنش خشکی و سلنیوم بر کلروفیل کل (جدول ۲) نشان داد که با افزایش تنش آبیاری از ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی، از میزان کلروفیل کل به ترتیب ۹/۶۴ و ۲۴/۲۳ درصد و با افزایش تنش شوری از صفر به ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، از میزان کلروفیل کل به ترتیب ۹/۱۷ و ۳۱/۱۶ درصد کاسته شد. هم‌چنین با انجام محلول‌پاشی برگی سلنیوم، ۷/۵۹ درصد به میزان کلروفیل کل در گیاه نعناع فلفلی افزوده گردید.

نتایج اثرات متقابل تنش‌های شوری و آبیاری بر کلروفیل کل (شکل ۳) حاکی از آن بود که اعمال هم‌زمان این دو تنش، موجب تشدید کاهش میزان کلروفیل کل می‌گردد، به‌گونه‌ای که بیشترین میزان کلروفیل کل در تیمار I1S1 و به میزان ۵/۰۲ میلی‌گرم بر گرم و کمترین آن در تیمار I3S3 و به میزان ۲/۴۸ میلی‌گرم بر گرم اندازه‌گیری گردید. به عبارتی با اعمال شدیدترین تنش شوری و تنش خشکی شاهد کاهش ۵۰/۵۹ درصدی نسبت به تیمار شاهد بودیم.

خیری و همکاران (۱۳۹۶) بیان کردند که با افزایش تنش خشکی از ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ۷۵ و ۵۰ درصد، میزان کلروفیل کل دچار کاهش می‌گردد. هم‌چنین نشان دادند که استفاده از ترکیبات و عناصر کاهنده اثرات تنش (جاسمونیک اسید) در سطوح مختلف تنش خشکی، موجب افزایش میزان کلروفیل کل گردید. دانایی و همکاران (۱۴۰۰) نشان دادند که با افزایش سطح تنش شوری از صفر به ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کلرید سدیم، از میزان کلروفیل کل گیاه نعناع فلفلی کاسته شد.

کارتنوئیدها

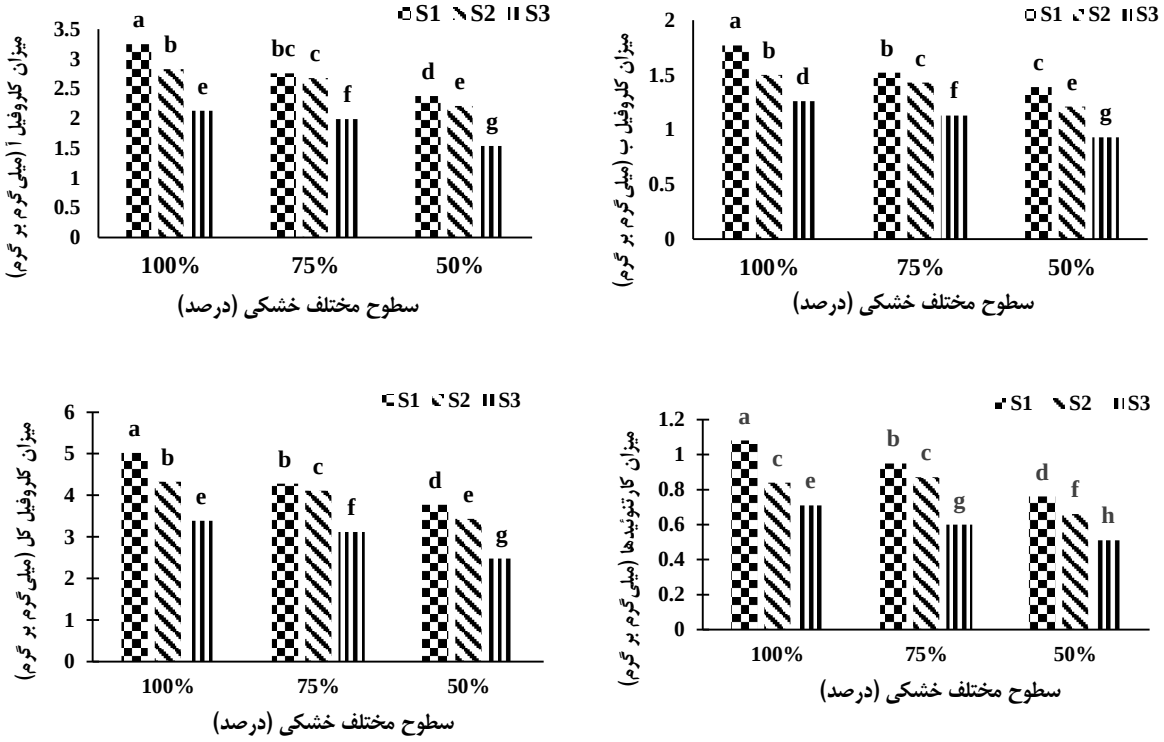
مقایسه میانگین اثر ساده تنش شوری، تنش خشکی و سلنیوم بر کارتنوئیدها (جدول ۲) نشان داد که با افزایش تنش آبیاری از I1 به I2 و I3 از میزان کارتنوئیدها به ترتیب ۹/۰۹ و ۲۷/۲۷ درصد و با افزایش تنش شوری از S1 به S2 و S3 از میزان آن به ترتیب ۱۵/۰۵ و ۳۴/۴۰ درصد کاسته شد. هم‌چنین با انجام محلول‌پاشی برگی سلنیوم، ۸/۱۰ درصد به میزان کارتنوئیدها در گیاه نعناع فلفلی افزوده گردید.

نتایج اثرات متقابل تنش‌های شوری و آبیاری بر کارتنوئیدها (شکل ۳) حاکی از آن بود که بیشترین میزان کارتنوئیدها در تیمار I1S1 و به میزان ۱/۰۸ میلی‌گرم بر گرم و کمترین آن در تیمار I3S3 و به میزان ۰/۵۱ میلی‌گرم بر گرم اندازه‌گیری گردید. قربانی و همکاران (۱۳۹۷) نیز نشان دادند که افزایش سطح تنش شوری از صفر به ۲، ۴ و ۶ دسی زیمنس بر متر موجب کاهش میزان کارتنوئیدها در گیاه نعناع فلفلی گردید.

جدول ۲- مقایسه اثر ساده تنش خشکی، تنش شوری و سلنیوم بر رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه نعناع فلفلی

تیمارها		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کارتنوئیدها
		میلی‌گرم بر گرم			
سطوح مختلف آبیاری (درصد نیاز آبی)	۱۰۰	۲/۷۳ a	۱/۵۱ a	۴/۲۵ a	۰/۸۸ a
	۷۵	۲/۴۷ b	۱/۳۶ b	۳/۸۴ b	۰/۸۰ b
	۵۰	۲/۰۴ c	۱/۱۸ c	۳/۲۲ c	۰/۶۴ c
سطوح شوری (میلی مولار کلرید سدیم)	۰	۲/۷۹ a	۱/۵۶ a	۴/۳۶ a	۰/۹۳ a
	۵۰	۲/۵۷ b	۱/۳۸ b	۳/۹۶b	۰/۷۹ b
	۱۰۰	۱/۸۸ c	۱/۱۱ c	۳/۰۰۱ c	۰/۶۱ c
سطوح سلنیوم (میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم)	۰	۲/۳۵ b	۱/۳۱ b	۳/۶۶ b	۰/۷۴ b
	۵	۲/۴۸ a	۱/۳۹ a	۳/۸۸ a	۰/۸۰ a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۳- اثرات متقابل تنش‌های شوری و خشکی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاه نعناع فلفلی

(S_1: شوری صفر، S_2 شوری ۵۰ و S_3 شوری ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم است)

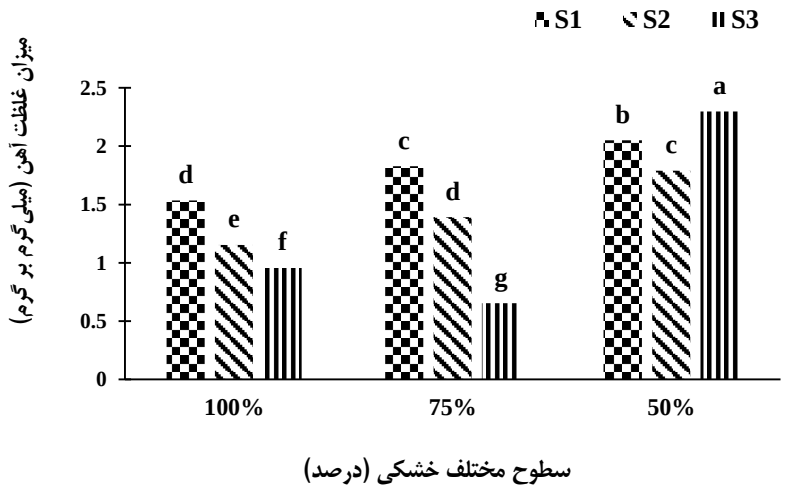
(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با هم اختلاف معنی‌داری ندارند)

ب) اندازه‌گیری عناصر در برگ‌ها

بر اساس نتایج تجزیه واریانس غلظت عناصر موجود در گیاه نعناع فلفلی (جدول ۳)، علاوه بر اثرات ساده شوری، آبیاری و سلنیوم تمام عناصر اندازه‌گیری شده، اثر بر هم‌کنش دوگانه تنش شوری و تنش آبیاری برای تمام عناصر اندازه‌گیری شده و تنش شوری و سلنیوم و نیز تنش آبیاری و سلنیوم برای تمام عناصر به جز آهن در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. اثر سه‌گانه تنش شوری در تنش آبیاری در سلنیوم نیز برای تمام عناصر مورد نظر، معنی‌دار نگردید.

آهن

بررسی مقایسه میانگین اثر ساده تنش شوری، تنش آبیاری و سلنیوم بر غلظت آهن موجود در برگ گیاه نعناع فلفلی (جدول ۴) نشان داد که با افزایش تنش آبیاری از ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی، غلظت آهن به ترتیب ۶/۶۱ و ۶۸/۵۹ درصد افزایش و با افزایش تنش شوری از صفر به ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، از میزان غلظت آهن به ترتیب ۱۹/۹۴ و ۲۷/۸۱ درصد کاسته شد. هم‌چنین با انجام محلول‌پاشی برگی سلنیوم، ۱۳/۵۸ درصد از غلظت آهن کاسته شد. نتایج اثرات متقابل تنش‌های شوری و آبیاری بر غلظت آهن (شکل ۴) نشان داد که در بالاترین سطح تنش شوری و تنش آبیاری (I3S3) به نسبت سایر سطوح، بالاترین غلظت آهن به میزان ۲/۲۹۷ میلی‌گرم بر گرم اندازه‌گیری گردید. عزیزآبادی و همکاران (۱۳۹۳) نشان دادند که با افزایش سطح تنش خشکی از ۱۰۰ به ۶۰ و ۳۰ درصد نیاز آبی در گیاه گلرنگ بر میزان غلظت آهن افزوده می‌شود. سودائی زاده و همکاران (۱۳۹۳) نشان دادند که با افزایش سطح تنش خشکی از ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی در گیاه مریم‌گلی، غلظت آهن افزایش می‌یابد. جهانبازی گوجانی و همکاران (۱۳۹۳) نشان دادند که با افزایش سطح تنش شوری از شاهد به ۱۰۰ میلی مول کلرید سدیم در گیاه بادام، از غلظت آهن کاسته می‌شود.



شکل ٤- اثرات متقابل تنش‌های شوری و خشکی بر غلظت آهن در گیاه نعناع فلفلی

(S1: شوری صفر، S2: شوری ۵۰ و S3: شوری ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم است) (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با هم اختلاف معنی‌داری ندارند)

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) غلظت عناصر موجود در گیاه نعناع فلفلی تحت تیمارهای مختلف شوری، خشکی و سلنیوم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		آهن	روی	سدیم	پتاسیم	نسبت سدیم به پتاسیم
شوری	۲	۱/۲۰۶ **	۰/۷۷۵ **	۷۱۴۴۴/۴۲**	۷۷۲۱/۲۸**	۵/۳۰۶**
آبیاری	۲	۳/۷۹۷ **	۰/۲۳۱ **	۲۸۱۳/۱۱**	۱۷۰۹/۶۷**	۰/۰۹۰۲**
سلنیوم	۱	۰/۶۳۷ **	۰/۰۳۱ **	۶۲۹/۳۲**	۱۵/۸۳۷**	۰/۲۷۸۶**
شوری× آبیاری	۴	۰/۹۰۸ **	۰/۳۹۹ **	۷۲۷/۱۵ **	۲۸۹۰/۲۹**	۰/۰۳۱۵ **
شوری× سلنیوم	۲	۰/۰۱۲۷ ns	۰/۰۰۹۶ **	۲۸۰/۶۰ **	۱۱۵۵/۱۵ **	۰/۱۵۷۲ **
سلنیوم × آبیاری	۲	۰/۰۱۴۴ ns	۰/۰۰۶۵ **	۱/۶۶۸ **	۹۴۷/۹۹ **	۰/۰۱۶۵ **
شوری× آبیاری × سلنیوم	۴	۰/۰۰۵۶ ns	۰/۰۰۵۵ ns	۴/۰۱۲ ns	۲۵۷۴/۰۴ ns	۰/۰۲۳۳ ns
خطا	۳۴	۰/۰۱۵۶	۰/۰۰۰۱	۶/۳۳	۱۵/۳۷	۰/۰۰۰۶
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۲۴۷	۶/۳۳۳	۴/۹۰	۲/۶۵۵	۶/۱۸

ه ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ٤- مقایسه اثر ساده تنش خشکی، تنش شوری و سلنیوم بر غلظت عناصر موجود در گیاه نعناع فلفلی

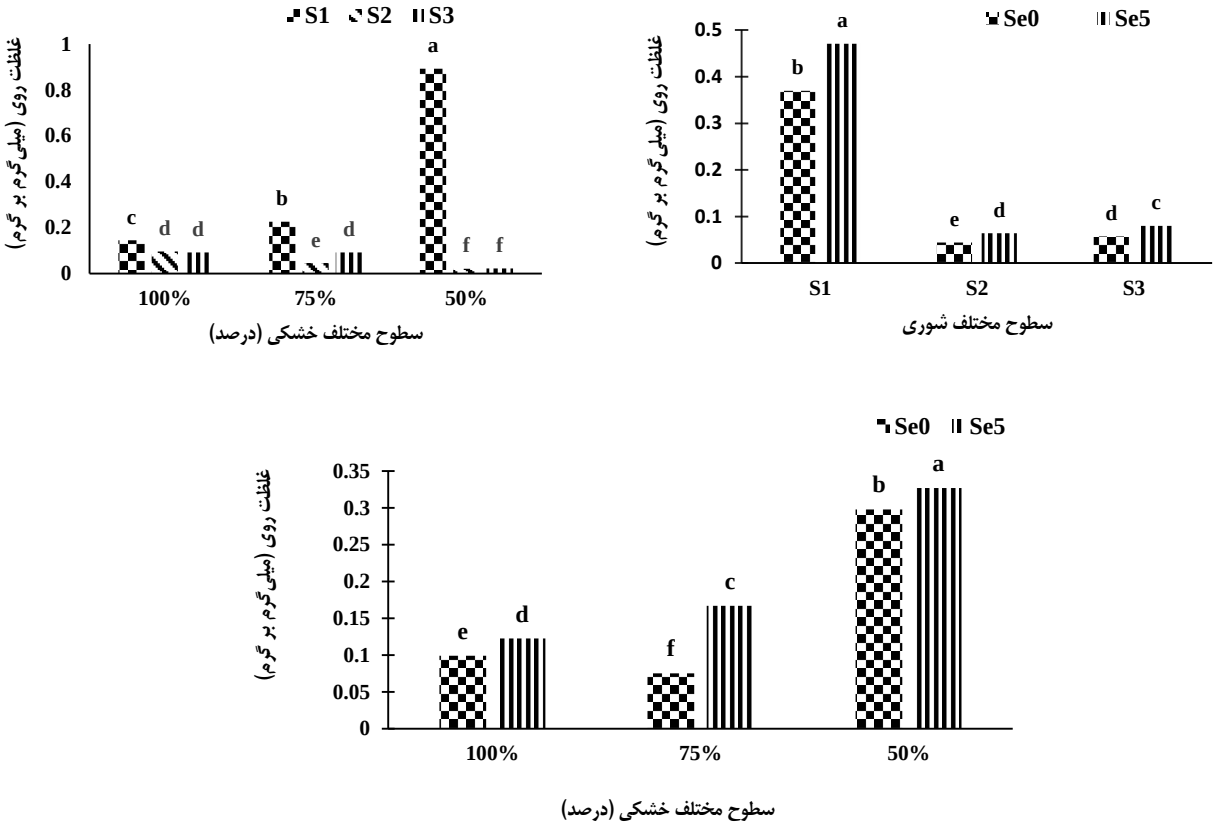
تیمارها		آهن	روی	سدیم	پتاسیم	نسبت سدیم به پتاسیم
		میلی‌گرم بر گرم				
سطوح مختلف آبیاری (درصد نیاز آبی)	۱۰۰	۱/۲۱ b	۰/۱۱ c	۳۹/۵۵ c	۱۳۶/۴۳ b	۰/۳۳ c
	۷۵	۱/۲۹ b	۰/۱۲ b	۴۹/۹۹ b	۱۵۲/۶۹ a	۰/۴۳ b
	۵۰	۲/۰۴ a	۰/۳۱ a	۶۴/۴۴ a	۱۵۳/۸۶ a	۰/۴۶ a
سطوح شوری (میلی مولار کلرید سدیم)	۰	۱/۸۰۵۲ a	۰/۴۲۱۲ a	۸/۴۵ c	۱۵۷/۸۶ b	۰/۰۵۳ c
	۵۰	۱/۴۴۵۲ b	۰/۰۵۴۳ c	۲۱/۸۷ b	۱۶۱/۲۹ a	۰/۱۴ b
	۱۰۰	۱/۳۰۲۹ c	۰/۰۶۹۲ b	۱۲۳/۶۷ a	۱۲۳/۸۳ c	۱/۰۳۴ c
سطوح سلنیوم (میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم)	۰	۱/۶۲ a	۰/۱۵ b	۵۴/۷۴ a	۱۳۰/۵۴ b	۰/۴۸ a
	۵	۱/۴۰ b	۰/۲۰ a	۴۷/۹۱ b	۱۶۴/۷۹ a	۰/۳۳ b

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با هم اختلاف معنی‌داری ندارند

روی

بررسی مقایسه میانگین اثر ساده تنش شوری، تنش آبیاری و سلنیوم بر غلظت روی موجود در برگ گیاه نعناع فلفلی (جدول ۴) نشان داد که با افزایش تنش آبیاری از ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی، غلظت روی به ترتیب ۹/۰۹ و ۱۸۱/۸ درصد افزایش و با افزایش تنش شوری از صفر به ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، از میزان غلظت روی به ترتیب ۸۷/۱۰ و ۸۳/۵۷ درصد کاسته شد. هم‌چنین با انجام محلول‌پاشی برگی سلنیوم، ۳۳/۳ درصد به غلظت روی افزوده شد. نتایج اثر متقابل تنش‌های شوری و آبیاری بر غلظت روی (شکل ۵) نشان داد که

بالاترین غلظت روی در تیمار I3S1 به میزان ۰/۸۹۳ میلی‌گرم بر گرم و کمترین آن در تیمار I3S2 و به میزان ۰/۰۲۱ میلی‌گرم بر گرم اندازه‌گیری گردید. همچنین نتایج اثر متقابل تنش شوری در سلنیوم (شکل ۵) نشان داد که بالاترین غلظت روی در تیمار Se2S1 به میزان ۰/۴۷۱ میلی‌گرم بر گرم و کمترین آن در تیمار Se1S2 و به میزان ۰/۰۴۴ میلی‌گرم بر گرم اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که با افزایش سطوح تنش شوری، از میزان غلظت روی کاسته شده و محلول‌پاشی سلنیوم نیز موجب افزایش غلظت روی در هر سطح تنش شوری گردید. نتایج اثر متقابل تنش آبیاری و سلنیوم بر غلظت روی (شکل ۵) نیز نشان داد که غلظت روی در بالاترین سطح تنش آبیاری، بالاترین مقادیر خود را داشت به طوریکه بیشترین غلظت روی در تیمار Se2I3 و به میزان ۰/۳۲۷ میلی‌گرم بر گرم، اندازه‌گیری گردید. هم‌چنین نتایج حاکی از آن بود که محلول‌پاشی سلنیوم نقش فزاینده‌ای در افزایش غلظت روی در هر سطح تنش آبیاری نسبت به عدم محلول‌پاشی سلنیوم، داشت. سودایی زاده و همکاران (۱۳۹۳) نشان دادند که با افزایش سطح تنش خشکی از ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی در گیاه مریم‌گلی، غلظت روی افزایش می‌یابد. جهانبازی گوجانی و همکاران (۱۳۹۳) نشان دادند که با افزایش سطح تنش شوری از شاهد به ۱۰۰ میلی مول کلرید سدیم در گیاه بادام وحشی، از غلظت روی کاسته می‌شود.



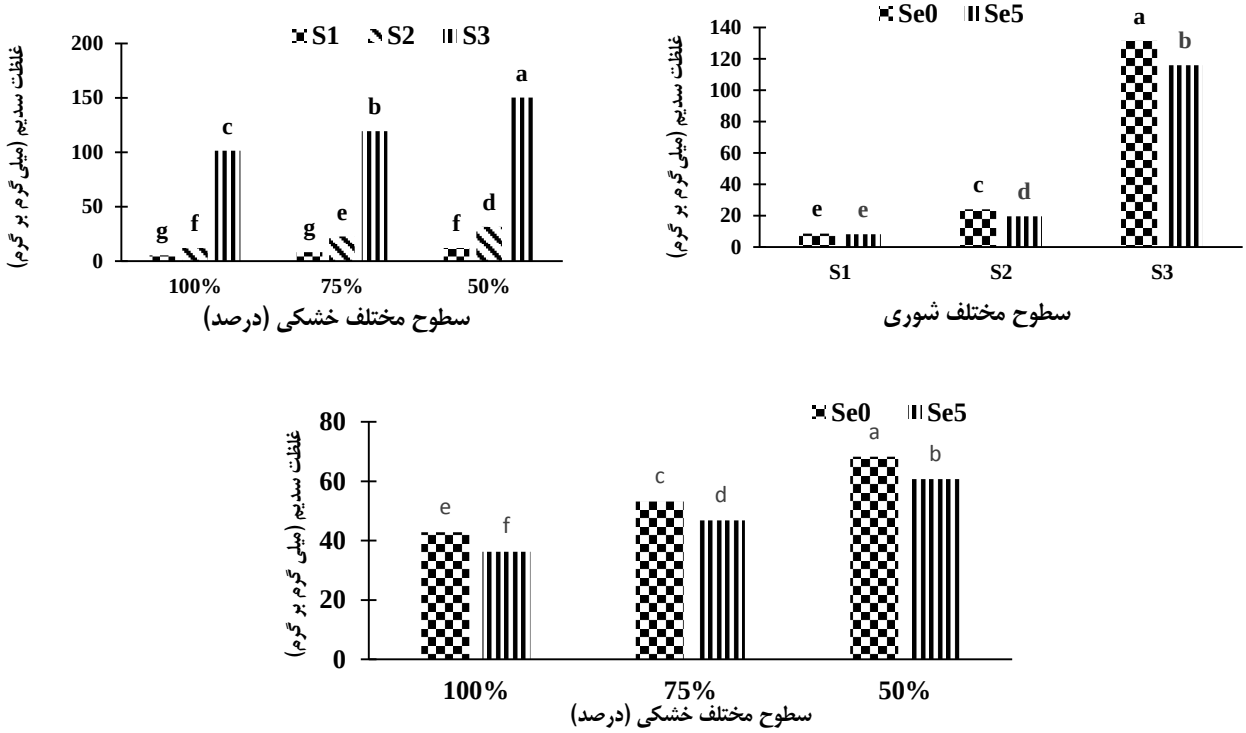
شکل ۵- اثرات متقابل تنش‌های شوری و خشکی، تنش شوری و سلنیوم و تنش آبیاری و سلنیوم بر غلظت روی در گیاه نعناع فلفلی

(S_1: شوری صفر، S_2: شوری ۵۰ و S_3: شوری ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و Se_0: عدم مصرف سلنیوم و Se_5: محلول‌پاشی به میزان پنج میلی‌گرم بر لیتر است)

(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با هم اختلاف معنی‌داری ندارند)

سدیم

بررسی مقایسه میانگین اثر ساده تنش شوری، تنش خشکی و سلنیوم بر غلظت سدیم موجود در برگ گیاه نعناع فلفلی (جدول ۴) نشان داد که با افزایش تنش خشکی از ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی، غلظت سدیم به ترتیب ۲۶/۳۹ و ۶۲/۹۳ درصد و با افزایش سطح شوری از صفر به ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلریدسدیم، میزان غلظت سدیم از ۸/۴۵ به ترتیب به ۲۱/۸۷ و ۱۲۳/۶۷ میلی‌گرم بر گرم افزایش یافت. هم‌چنین با انجام محلول‌پاشی برگی سلنیوم، ۱۲/۴۷ درصد از غلظت سدیم کاسته شد که نشان‌دهنده مؤثر بودن سلنیوم در کاهش اثرات تنش شوری است. نتایج اثر متقابل تنش‌های شوری و آبیاری بر غلظت سدیم (شکل ۶) نشان داد که در یک سطح شوری ثابت و مشخص با افزایش سطح تنش آبیاری، بر میزان غلظت سدیم موجود در برگ‌های گیاه نعناع فلفلی افزوده شد. هم‌چنین نتایج اثر متقابل تنش شوری در سلنیوم (شکل ۶) نشان داد که با محلول‌پاشی سلنیوم در سطوح مختلف شوری، از صفر به ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، به ترتیب ۵/۵۲، ۱۸/۰۱ و ۱۱/۹۱ درصد از میزان غلظت سدیم کاسته شد. نتایج اثر متقابل تنش خشکی و سلنیوم بر غلظت سدیم (شکل ۶) نیز نشان داد که با محلول‌پاشی سلنیوم در سطوح مختلف آبیاری، از ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی، به ترتیب ۱۵/۱۸، ۱۲/۱۲ و ۱۱/۰۳ درصد از میزان غلظت سدیم موجود در برگ گیاه نعناع فلفلی، کاسته شد. پارسا و همکاران (۱۳۹۸) نشان دادند که با افزایش تنش خشکی از ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، میزان سدیم موجود در برگ‌های گیاه نعناع فلفلی افزایش یافت. جهانبازی گوجانی و همکاران (۱۳۹۳) نشان دادند که با افزایش سطح تنش شوری از شاهد به ۱۰۰ میلی مول کلرید سدیم در گیاه بادام، به غلظت سدیم افزوده می‌شود. کاپاروس و همکاران نشان دادند که با افزایش تنش خشکی در گیاه نعناع فلفلی از ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ۷۰ درصد نیاز آبی، غلظت سدیم افزایش یافت (Caparros et al., 2019).



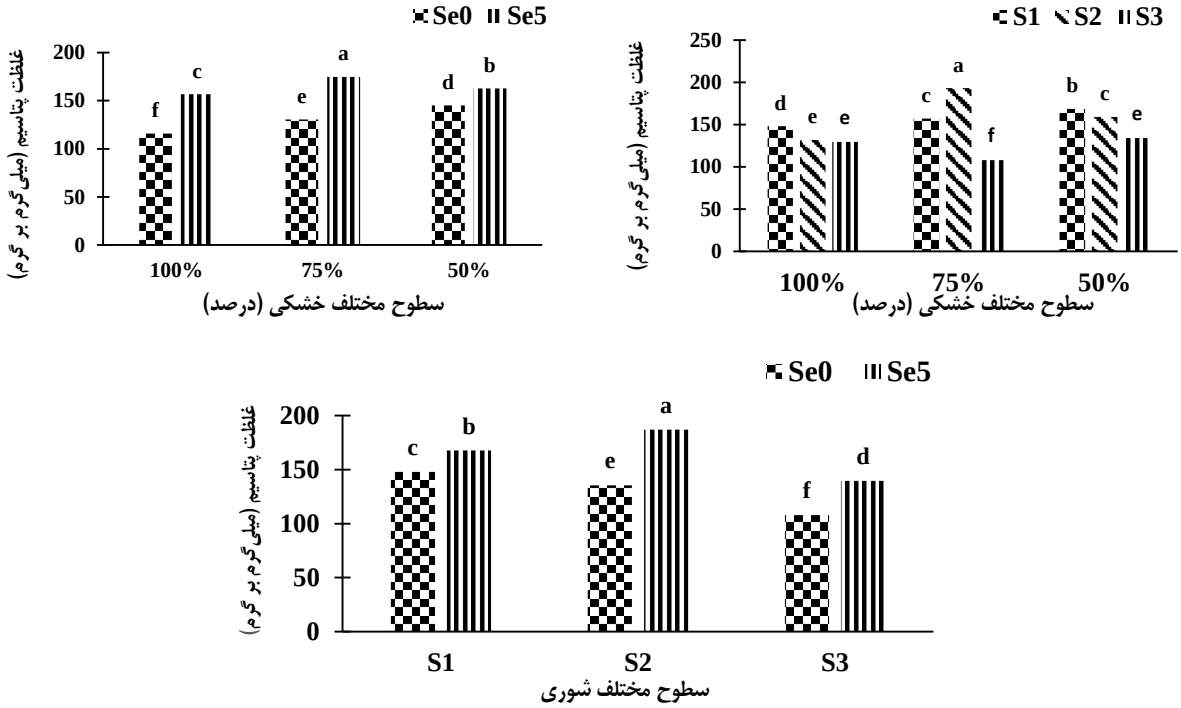
شکل ٦- اثرات متقابل تنش‌های شوری و خشکی، تنش شوری و سلنیوم و تنش آبیاری و سلنیوم بر غلظت سدیم در گیاه نعناع فلفلی

(S_1: شوری صفر، S_2: شوری ۵۰ و S_3: شوری ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و Se_0: عدم مصرف سلنیوم و Se_5: محلول‌پاشی به میزان پنج میلی‌گرم بر لیتر است)

(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با هم اختلاف معنی‌داری ندارند)

پتاسیم

بررسی جدول مقایسه میانگین اثرات ساده تنش شوری، تنش آبیاری و سلنیوم بر غلظت پتاسیم موجود در برگ گیاه نعناع فلفلی (جدول ۴) نشان داد که با افزایش تنش خشکی از ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی، غلظت پتاسیم به ترتیب ۱۱/۹۱ و ۱۲/۷۷ درصد افزایش و با افزایش سطح شوری از صفر به ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، میزان غلظت پتاسیم به ترتیب ۲/۱۷ درصد افزایش و ۲۱/۵۵ درصد کاهش یافت. هم‌چنین با انجام محلول‌پاشی برگی سلنیوم، ۲۶/۲۳ درصد به غلظت پتاسیم افزوده شد. نتایج اثرات متقابل تنش‌های شوری و آبیاری بر غلظت پتاسیم (شکل ۷) نشان داد که بالاترین غلظت پتاسیم در تیمار I2S2 و به میزان ۱۹۳/۱۵ و کمترین آن در تیمار I2S3 و به میزان ۱۰۷/۹۲ میلی‌گرم بر گرم اندازه‌گیری شد. هم‌چنین نتایج اثر متقابل تنش شوری در سلنیوم (شکل ۷) نشان داد که با محلول‌پاشی سلنیوم در سطوح مختلف شوری، از صفر به ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، به ترتیب ۱۱/۶۹، ۳۷/۸۸ و ۲۹/۵۹ درصد به میزان غلظت پتاسیم افزوده شد. نتایج اثر متقابل تنش آبیاری و سلنیوم بر غلظت پتاسیم (شکل ۷) نیز نشان داد که با محلول‌پاشی سلنیوم در سطوح مختلف آبیاری، از ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی، به ترتیب ۳۵/۲۸، ۳۳/۸۷ و ۱۲/۱۳ درصد به میزان غلظت پتاسیم موجود در برگ گیاه نعناع فلفلی، افزوده شد. محمدی ساردوئیه و همکاران (۱۳۹۷) نشان دادند که با افزایش سطح تنش شوری از غلظت پتاسیم در گیاه نعناع فلفلی کاسته می‌شود. عزیزآبادی و همکاران (۱۳۹۳) نشان دادند که با افزایش سطح تنش خشکی از ۱۰۰ درصد به ۶۰ و ۳۰ درصد نیاز آبی در گیاه گلرنگ بر میزان غلظت پتاسیم افزوده می‌شود. کاپاروس و همکاران نشان دادند که با افزایش تنش خشکی در گیاه نعناع فلفلی از ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ۷۰ درصد نیاز آبی، غلظت پتاسیم افزایش یافت (Caparros et al., 2019).



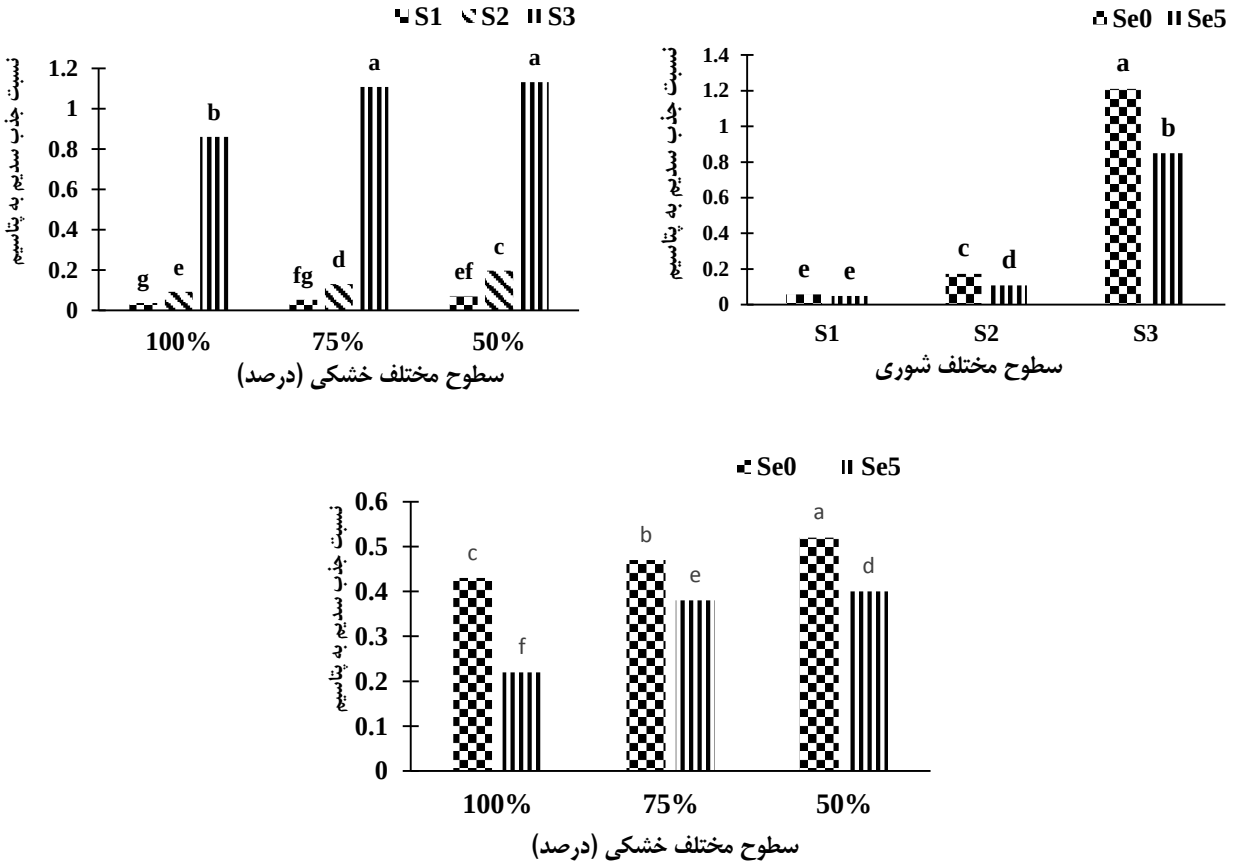
شکل ۷- اثرات متقابل تنش‌های شوری و خشکی، تنش شوری و سلنیوم و تنش آبیاری و سلنیوم بر غلظت پتاسیم در گیاه نعناع فلفلی

(S_1: شوری صفر، S_2: شوری ۵۰ و S_3: شوری ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و Se_0: عدم مصرف سلنیوم و Se_5: محلول‌پاشی به میزان پنج میلی‌گرم بر لیتر است)

(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با هم اختلاف معنی‌داری ندارند)

نسبت جذب سدیم به پتاسیم

بررسی جدول مقایسه میانگین اثرات ساده تنش شوری، تنش خشکی و سلنیوم بر نسبت جذب سدیم به پتاسیم (جدول ۴) نشان داد که با افزایش تنش خشکی از ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی، نسبت جذب سدیم به پتاسیم به ترتیب ۳۰/۳ و ۳۹/۳ درصد افزایش و با افزایش سطح شوری از صفر به ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، نسبت جذب سدیم به پتاسیم به ترتیب از ۰/۰۵۳ به ۰/۱۴ و ۱/۰۳۴ افزایش یافت. هم‌چنین با انجام محلول‌پاشی برگی سلنیوم، ۳۱/۲۵ درصد از نسبت سدیم به پتاسیم کاسته شد. نتایج اثرات متقابل تنش‌های شوری و آبیاری بر نسبت جذب سدیم به پتاسیم (شکل ۸) نشان داد که بالاترین نسبت جذب سدیم به پتاسیم در تیمارهای مرتبط با شدیدترین سطح شوری (S3) اندازه‌گیری شد. هم‌چنین نتایج اثر متقابل تنش شوری در سلنیوم (شکل ۸) نشان داد که با محلول‌پاشی سلنیوم در سطوح مختلف شوری، از صفر به ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، به ترتیب ۱۷/۲۴، ۳۷/۲۰ و ۲۹/۷۵ درصد از نسبت جذب سدیم به پتاسیم کاسته شد. نتایج اثر متقابل تنش آبیاری و سلنیوم بر نسبت جذب سدیم به پتاسیم (شکل ۸) نیز نشان داد که با محلول‌پاشی سلنیوم در سطوح مختلف آبیاری، از ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی، به ترتیب ۴۸/۸۳، ۱۹/۱۴ و ۲۳/۰۷ درصد از نسبت جذب سدیم به پتاسیم کاسته شد.



شکل ۸- اثرات متقابل تنش‌های شوری و خشکی، تنش شوری و سلنیوم و تنش آبیاری و سلنیوم بر نسبت جذب سدیم به پتاسیم در گیاه نعناع فلفلی (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با هم اختلاف معنی‌داری ندارند)

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با افزایش تنش خشکی از ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی و با افزایش سطح شوری از صفر به ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، از میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کارتنوئیدها کاسته شد. هم‌چنین با انجام محلول‌پاشی برگی سلنیوم، به ترتیب ۵/۵۳، ۶/۱۰، ۷/۵۹ و ۸/۱۰ درصد به میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کارتنوئیدها در گیاه نعناع فلفلی افزوده گردید. نتایج اثرات متقابل تنش‌های شوری و آبیاری بر کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کارتنوئیدها حاکی از آن بود که اعمال هم‌زمان این دو تنش، موجب تشدید کاهش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی می‌گردد، به‌گونه‌ای که بیشترین میزان آن‌ها در تیمار I1S1 و کمترین آن‌ها در تیمار I3S3، اندازه‌گیری گردید. بررسی تأثیر تنش خشکی و تنش شوری بر غلظت عناصر موجود در گیاه نعناع فلفلی نشان داد که با افزایش تنش آبیاری از ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی، غلظت آهن به ترتیب ۶/۶۱ و ۶۸/۵۹، غلظت روی به ترتیب ۹/۰۹ و ۱۸۱/۸، غلظت سدیم به ترتیب ۲۶/۳۹ و ۶۲/۹۳، غلظت پتاسیم به ترتیب ۱۱/۹۱ و ۱۲/۷۷ و نسبت جذب سدیم به پتاسیم به ترتیب ۳۰/۳ و ۳۹/۳ درصد افزایش و با افزایش تنش شوری از صفر به ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، از میزان غلظت آهن به ترتیب ۱۹/۹۴ و ۲۷/۸۱ و از میزان غلظت روی به ترتیب ۸۷/۱۰ و ۸۳/۵۷ درصد کاسته و میزان غلظت سدیم از ۸/۴۵ به ترتیب به ۲۱/۸۷ و ۱۲۳/۶۷ میلی‌گرم بر گرم و نسبت جذب سدیم به پتاسیم به ترتیب از ۰/۰۵۳ به ۰/۱۴ و ۱/۰۳۴ افزایش یافت. هم‌چنین با افزایش تنش شوری از S1 به S2 و S3، میزان غلظت پتاسیم به ترتیب ۲/۱۷ درصد افزایش و ۲۱/۵۵ درصد کاهش یافت. هم‌چنین با انجام محلول‌پاشی برگی سلنیوم، ۱۳/۵۸ درصد از غلظت آهن، ۱۲/۴۷ درصد از غلظت سدیم و ۳۱/۲۵ درصد از نسبت سدیم به پتاسیم کاسته و ۳۳/۳ درصد به غلظت روی و ۲۶/۲۳ درصد به غلظت پتاسیم افزوده شد. نتایج نشان‌دهنده مؤثر بودن سلنیوم در کاهش اثرات تنش شوری و خشکی است.

هم‌چنین نتایج اثرات متقابل تنش‌های شوری و آبیاری بر غلظت آهن نشان داد که در بالاترین سطح تنش شوری و تنش آبیاری (I3S3) به نسبت سایر سطوح، بالاترین غلظت آهن به میزان ۲/۲۹۷ میلی‌گرم بر گرم اندازه‌گیری گردید. نتایج اثرات متقابل تنش‌های شوری و آبیاری بر غلظت روی نشان داد که بالاترین غلظت روی در تیمار I3S1 به میزان ۰/۸۹۳ میلی‌گرم بر گرم و کمترین آن در تیمار I3S2 و به میزان ۰/۰۲۱ میلی‌گرم بر گرم اندازه‌گیری گردید. نتایج اثرات متقابل تنش‌های شوری و آبیاری بر غلظت سدیم حاکی از آن بود که در یک سطح شوری ثابت و مشخص با افزایش سطح تنش آبیاری، بر میزان غلظت سدیم موجود در برگ‌های گیاه نعناع فلفلی افزوده شد. نتایج اثرات متقابل تنش‌های شوری و آبیاری بر غلظت پتاسیم نشان داد که بالاترین غلظت پتاسیم در تیمار I2S2 و به میزان ۱۹۳/۱۵ و کمترین آن در تیمار I2S3 و به میزان ۱۰۷/۹۲ میلی‌گرم بر گرم اندازه‌گیری شد. نتایج اثرات متقابل تنش‌های شوری و آبیاری بر نسبت سدیم به پتاسیم نشان داد که بالاترین نسبت جذب سدیم به پتاسیم در تیمارهای مرتبط با شدیدترین سطح شوری (S3) اندازه‌گیری شد. پیشنهاد می‌گردد با عنایت به تأثیر مثبت محلول‌پاشی سلنیوم در کاهش غلظت سدیم و شوری ناشی از آن در گیاه نعناع فلفلی، این مسئله (محلول‌پاشی سلنیوم) برای سایر گیاهان منطقه نیز صورت پذیرد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از دانشگاه فردوسی مشهد و مجتمع آموزش عالی تربت‌جام بابت پشتیبانی از این پژوهش سپاس‌گزاری می‌گردد.

منابع

ایزدی، ز.، اثنی عشری، م. و احمدوند، گ. ۱۳۸۸. تأثیر تنش خشکی بر عملکرد، میزان پرولین، قندهای محلول، کلروفیل، محتوای نسبی آب و میزان اسانس در نعناع فلفلی. مجله علوم و فنون باغبانی. ۱۰ (۳): ۲۲۳-۲۳۴.

بصیری، م.، قمری نیا، ه. و قبادی، م. ۱۳۹۹. اثر شدت‌های مختلف کم‌آبی و شوری بر رشد برگ، ساقه و ریشه گیاه نعناع فلفلی. نشریه مدیریت آب و آبیاری. ۱۰ (۱): ۱-۱۴.

پارسا، م.، کمائی، ر. و یوسفی، ب. ۱۳۹۸. تأثیر کودهای زیستی، عناصر ریزمغذی و کودهای شیمیایی بر عملکرد و عناصر موجود در گیاه نعناع فلفلی در شرایط تنش خشکی. نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۵ (۵): ۸۶۰–۸۷۵.

پیرزاد، ع.، شکیبا، م.، زهتاب سلماسی، س. و محمدی، س، م. ۱۳۹۴. تأثیر تنش آبی بر میزان جذب برخی عناصر غذایی در بابونه آلمانی. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی). ۱۰۶: ۱–۷.

جعفری، ط.، ایرانبخش، ع.، کمالی علی‌آباد، ک.، دانشمند، ف. و سیفتی، ا. ۱۴۰۰. تأثیر سطوح تنش شوری بر برخی پارامترهای رشد، غلظت یون‌های معدنی، اسمولیت‌ها، آنتی اکسیدان‌های غیر آنزیمی و فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز در سه ژنوتیپ کینوا. مجله تازه‌های بیوتکنولوژی سلولی و مولکولی. ۱۲ (۴۵): ۶۳–۸۵.

جهانبازی گوجانی، ح.، حسینی نصر، م.، ثاقب طالبی، خ. و حجتی، م. ۱۳۹۳. تأثیر تنش شوری بر فاکتورهای رویشی، پرولین، رنگیزه‌های گیاهی و جذب عناصر در اندام هوایی چهار گونه بادام وحشی. مجله پژوهش‌های گیاهی. ۲۷ (۵): ۷۸۷–۷۷۷.

حکم‌آبادی، ک.، نوریان، س.، نریمانی، ر. و مقدم، م. ۱۳۹۶. تأثیر تفاله چغندر بر خصوصیات بیوشیمیایی، رنگیزه‌های فتوسنتزی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره برگ نعناع فلفلی در شرایط تنش خشکی. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۸ (۱): ۱۳۵–۱۴۴.

خیری، ع.، توری، ه. و مرتضوی، ن. ۱۳۹۶. تأثیر تنش خشکی و جاسمونیک اسید روی صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی نعناع فلفلی. دوماهنامه علمی–پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۳ (۲): ۲۶۸–۲۸۰.

دانایی، ا. و عبدوسی، و. ۱۴۰۰. اثر سیلیکون و نانوسیلیکون بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک و فیتوشیمیایی گیاه نعناع فلفلی تحت تنش شوری. نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۷ (۱): ۹۸–۱۱۲.

روحانی، ن.، نعمتی، ح.، مقدم، م. و اردکانیان، و. ۱۳۹۵. اثر تنش شوری بر خصوصیات فیزیولوژیک و چگونگی جذب عناصر سدیم و پتاسیم در اندام هوایی و غده سه رقم تربچه. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۷ (۲۷): ۱۶۹–۱۷۸.

سعیدی‌پور، س. ۱۳۹۶. اثر تنش شوری بر عملکرد، غلظت و توزیع برخی عناصر در اندام‌های مختلف دورقم برنج. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۹ (۳۶): ۲۷–۴۰.

سودایی زاده، ح. و منصوری، ف. ۱۳۹۳. اثر تنش خشکی بر تجمع ماده خشک، غلظت عناصر غذایی و قندهای محلول در گیاه دارویی مریم‌گلی. دوفصنامه علمی–پژوهشی خشک بوم. ۴ (۱): ۱–۹.

شهریاری س. ۱۳۹۰. بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و انواع خاکپوش بر خصوصیات رویشی، میزان، عملکرد و اجزاء اسانس نعناع فلفلی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد.

صداقت، م.ح. و توکلی صابری، م.ح. ۱۳۸۴. گیاهان دارویی. انتشارات روزبهان. تهران. ۲۶۴.

عزیزآبادی، ا.، گلچین، ا. و دلاور، م.ا. ۱۳۹۳. تأثیر پتاسیم و تنش خشکی بر شاخص‌های رشد و غلظت عناصر غذایی برگ گیاه گلرنگ. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۵ (۱۹): ۶۵–۷۹.

قربانی، م.، موحدی، ز.، خیری، ع. و رستمی، م. ۱۳۹۷. تأثیر تنش شوری بر برخی از صفات مورفوفیزیولوژیک و کمیت و کیفیت اسانس نعناع فلفلی. نشریه تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۱ (۲): ۴۱۳–۴۲۰.

کامروا، س.، بابائیان جلودار، نادعلی. و باقری، نادعلی. ۱۳۹۶. تأثیر تنش خشکی بر صفات کلروفیل و پرولین در ژنوتیپ‌های مختلف سویا. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی. ۹ (۲۳): ۹۵–۱۰۴.

گرگینی شبانکاره، ح.، ساعدی، ف.، صبوری، ف. و اصغری پور، م.ر. ۱۳۹۴. بررسی تأثیر کم‌آبی بر شاخص‌های رشدی، محتوای نسبی آب و درصد اسانس گیاه دارویی نعناع فلفلی. همایش ملی گیاهان دارویی و داروهای گیاهی، دانشگاه شهید بهشتی، ایران.

محمدی ساردوئیه، س.، برومند، ن. و مقبلی، ا. ۱۳۹۷. اثر گونه‌های مختلف میکوریزا بر غلظت عناصر غذایی، عملکرد بوته و خاصیت آنتی اکسدانی نعناع فلفلی تحت تنش شوری. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار. ۸ (۴): ۱۲۷–۱۴۲.

وطن‌خواه، ا.، کلانتری، ب. و عندلیبی ب. ۱۳۹۶. اثر متیل جاسمونات و تنش شوری بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و فیتو

شیمیایی گیاه نعناع فلفلی. نشریه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۳ (۳): ۴۶۵-۴۴۹.

Arnon, A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal. 23:112-121.

Caparros, P.G., Romero, M.J., Lianderal, A., Cemano, P., Lao, M.T. and Segura, M.L. 2019. Effects of Drought Stress on Biomass, Essential Oil Content, Nutritional Parameters, and Costs of Production in Six Lamiaceae Species. Water. 11 (3): 1-12.

De La Luz, L. 2004. Chilling-enhanced photo–oxidation, the peoxidative destruction of lipids during chilling injury to photosynthesis and ultrastructure. Plant Physiol. 83:278–282.

Eccles, R. 1994 Menthol cooling compounds. Pharmacy and Pharmacology. 46: 618-30.

Fleming, T. 1998. PDR for herbal medicines.1st Ed. Medical Economics Company, Montvale, 800 p.

Foster, S. 1996. Peppermint: (Mentha piperita L.). American Botanical Council-Botantical Series. 306: 3- 8.

Husain, S., Geissler, N. and Koyro, H. W. 2013. Effect of NaCl salinity on (Atriplex nummularia L) with special emphasis on carbon and nitrogen metabolism. Journal of Acta Physiol Plant. 35: 1025–1038.

Munns, R. 2005. Genes and Salt Tolerance: Bringing Them Together. New Ohytologist. 167: 645-663.

Pirasteh-Anosheh, H., Emam Y. and Sepaskhah. A. R. 2015. Improving barley performance by proper foliar applied salicylic-acid under saline conditions. Int. J. Plant Prod. 9: 467-486.

Roodbari, N., Roodbari, S.H., Ganjali, A., Sabeghi nejad, F. and Ansarifar, M. 2013. The Effect of Salinity Stress on Growth Parameters and Essential oil percentage of Peppermint (Mentha piperita L.). International Advanced Biological and Biomedical Research, 1(9): 1009-1015.

Water Management in Agriculture
Vol. 10, No. 1 Spring and Summer 2023, 95-110

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار و تابستان۱۴۰۲، ص. ۱۱۰-۹۵

Investigating Influence Drought Stress and Salinity Stress on Photosynthetic Pigments and Concentration of Elements of Mentha Piperita L In Condition Selenium

V. Shamsabadi[1], H. Banejad[2*], H. Ansari[3] and S.H. Nemati[4]

Abstract

In order to investigation of influence drought stress and salinity stress on photosynthetic pigments and concentration of elements of Mentha piperita L and influence foliar spraying of selenium, a factorial experiment with three replications was conducted in research greenhouse in Torbat Jam region, Iran and in during 2020, including three levels of Salinity (S_1=0, S_2=50 and S_3=100 mmol NaCl), three levels of irrigation (I_1=100, I_2=75 and I_3=50 percent of water requirements) and two levels of selenium (0 and 5 mgrperlit Na2SeO4). results showed that with increasing level of drought and salinity stresses, chlorophyll a, b and total and carotenoids decreased. Also, foliar spraying of selenium (5 mgr/lit Na2SeO4), respectively, 5/53, 6/10, 7/59 and 8/10 percentage was added to chlorophyll a, b and total and carotenoids in Mentha piperita L plant. Investigating effect of drought and salinity stresses on the concentration of elements in Mentha piperita L plant showed that with increasing level of drought stress from I1 to I2 and I3, concentration of iron respectively, 6/61 and 68/59, concentration of zinc respectively, 9/09 and 181/8, concentration of sodium respectively, 26/39 and 62/93 and concentration of potassium respectively, 11/91 and 12/77 were added and with the increasing of salinity stress from S1 to S2 and S3, from concentration of iron, respectively, 19/94 and 27/81, and from concentration of zinc respectively, 87/10 and 83/57 percentage decreased and concentration of sodium from 8/45 to 21/87 and 123/67 mg/gr increased respectively. Also, with increasing level of salinity stress from S1 to S2 and S3, concentration of potassium respectively, 2/17 percentage increased and 21/55 percentage decreased. results showed that selenium is effective in reducing the effects of salinity and drought stresses and on photosynthetic pigments and concentration of elements in Mentha piperita L plant. results indicate that selenium is effectiveness in decrease of influence salinity stress and drought stress and also its influence on photosynthetic pigments and concentration of elements of Mentha piperita L.

Keywords: Chlorophyll, Iron, potassium, Sodium, Zinc

[1]PhD Student, Department of Water Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
[2] Associate Professor, Department of Water Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran (* Corresponding Author Email: Banejad@um.ac.ir)
[3] Professor, Department of Water Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
[4] Assistant Professor, Department of Horticulture Plants, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
Received: 22 Oct 2022
Accepted: 25 Nov 2022