فصل‌نامه دانش نوین کشاورزی پایدار
جلد ۱۰ شماره ۲(۲): ۹۵-۸۵
ویژه‌نامه محصولات باغی
(تابستان ۱۳۹۳)

اثر سالیسیلیک‌اسید بر القای مقاومت نعناع فلفلی به تنش شوری در شرایط گلخانه

حسن نورافکن
گروه علوم باغبانی
دانشکده کشاورزی
دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه
میانه، ایران.
نشانی الکترونیک ✉:
hassannourafcan@gmail.com

چکیده نعناع‌فلفلی .*Mentha piperita* L یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی متعلق به خانواده نعناعیان می‌باشد. به منظور مطالعه اثر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک‌اسید بر القای مقاومت به تنش شوری نعناع فلفلی، آزمایشی در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاًتصادفی با چهار تکرار انجام شد. برای بررسی برهمکنش سالیسیلیک‌اسید و تنش شوری از چهار سطح کلریدسدیم (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مول در لیتر) و سالیسیلیک‌اسید (صفر، ۰/۱، ۰/۵ و یک میلی مول در لیتر) استفاده گردید. گیاهان در گلدان تا رسیدن به مرحله برداشت پرورش داده شدند. در پایان آزمایش، ویژگی‌هایی مانند ارتفاع گیاه، تعداد شاخساره جانبی، تعداد گره، تعداد برگ، قطر ساقه اصلی و قطر سایه‌انداز، وزن تر و خشک شاخساره، طول میانگره، طول ریشه و وزن تر ریشه اندازه‌گیری شد. تنش شوری روی تعداد شاخساره جانبی، تعداد گره، تعداد برگ، قطر ساقه اصلی، وزن تر و خشک شاخساره، طول میانگره، طول ریشه و وزن تر ریشه، سالیسیلیک-اسید روی تعداد شاخساره جانبی و وزن خشک شاخساره و برهمکنش آن‌ها روی ارتفاع گیاه، قطر سایه‌انداز نعناع فلفلی اثر معنی‌داری داشت. بیشترین اثر بازدارندگی رشد در تنش شوری با غلظت ۱۰۰ میلی‌مول در لیتر و موثرترین غلظت سالیسیلیک‌اسید در سطوح ۰/۱ و ۰/۵ میلی‌مول در لیتر به‌دست آمد.

شناسه مقاله:
نوع مقاله: **پژوهشی**
تاریخ پژوهش: **۱۳۹۳**
تاریخ دریافت: **۹۲/۱۲/۰۱**
تاریخ پذیرش: **۹۳/۰۵/۱۴**

واژه‌های کلیدی:
- **تنش فیزیولوژیکی**
- **سازگاری**
- **شبه‌هورمون**
- **کلریدسدیم**
- **منتول**
- **سمیت نمک**

مقدمه در بین گیاهان دارویی، گونه‌های موجود در تیره نعناع از اهمیت بالایی برخوردارند.[۲۱] جنس نعناع به عنوان تنها منبع تولید مهم‌ترین و اقتصادی‌ترین اسانس منتولی جهان به شمار می‌رود.[۶] نعناع‌فلفلی *Mentha piperita* L. یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی متعلق به خانواده نعناعیان می‌باشد. این گونه هیبریدی است عقیم و هگزاپلوییید[1] که از تلاقی بین گونه‌های *Mentha aquatica* و *Mentha spicata* بیش از ۲۵۰ سال قبل در میچام[2] انگلستان به‌دست آمده و از آن زمان به روش رویشی در حال تکثیر است و مصارف گسترده‌ای در صنایع دارویی، غذایی و بهداشتی دارد. مواد مؤثره اگرچه اساساً با هدایت فرآیندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند ولی سنتز آن‌ها به طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد به طوری که عوامل محیطی سبب تغییراتی در رشد و نمو گیاهان دارویی و نیز کمیت و کیفیت مواد مؤثره آن‌ها می‌شود.[۱،۹،۱۰،۱۴]

شوری یکی از گسترده‌ترین مشکلات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک است که مزارع را غیرحاصلخیز کرده است و یکی از معضلات کشاورزی در ایران می‌باشد.[۱۵] استقرار ضعیف گیاه، یکی از مشکلات اصلی در مناطق خشک و شور بوده[۱۸] و اثرات غیرمستقیم شوری از طریق برهم زدن توازن مواد غذایی خاک، تاثیر بر ریزموجودات و تخریب ساختمان فیزیکی خاک است. میزان این تأثیر بستگی به درجه حساسیت گیاه دارد.[۳] از سوی دیگر، سالیسیلیک‌اسید[3] یک ترکیب مؤثر در سیستم دفاعی گیاهان محسوب می‌شود.[۵] که به عنوان یک عنصر علامت‌دهنده مهم و یک تنظیم کننده رشد درونی در مقاومت موضعی و انتقالی در گیاهان نقش دارد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که سالیسیلیک‌اسید در تنظیم پاسخ‌های گیاه به دامنه وسیعی از تنش‌های اکسیداتیو[4] دخیل می‌باشد. مقدار سالیسیلیک‌اسید درون‌زا در اثر آلودگی با عوامل بیماریزای گیاهی و تنش‌های محیطی مانند اوزون، دمای پایین و شوری افزایش می‌یابد.[۲] سالیسیلیک‌اسید و مشتقات آن در غلظت‌های بسیار کم باعث افزایش رشد می‌شوند.[۴] سالیسیلیک‌اسید نقش مهمی در ایجاد مقاومت به تنش‌های محیطی دارد. کاربرد محرک‌های زیستی چند هفته قبل از اعمال تنش موجب مقاومت برابر تنش می‌شود.[۱۱] از طرف دیگر، سالیسیلیک‌اسید یک ترکیب آنتی‌توکسیک[5] گیاهی است که با مهار فعالیت کاتالاز سطوح پراکسیدهیدروژن[6] سلولی را افزایش می‌دهد.[۱۹] بسیاری از تنش‌های غیرزیستی رشد گیاه را محدود می‌کند.[۲۰] در کشاورزی پیشرفته امروزی، شناخت عوامل مختلف مؤثر بر رشد و عملکرد گیاهان و همچنین نحوه تأثیر آن‌ها بر ویژگی‌های کمی و کیفی محصولات و پیش‌گیری یا کاهش اثرات سوء این عوامل یا شرایط از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار می‌باشند که تولید کشاورزی را به طرق مختلف با مشکل مواجه می‌سازد.[۸] محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید در بسیاری از تنش‌های زیستی و غیرزیستی از جمله قارچ‌ها، باکتری‌ها، ویروس‌ها، سرما، خشکی و گرما گزارش شده است.[۱۷]

با توجه به مشکل شوری و کم آبی در کشور و اهمیت استفاده از روش‌های نو برای کاهش اثرات شوری، هدف این تحقیق ارزیابی اثرات متقابل شوری با سالیسیلیک‌اسید بر شاخص‌های مورفولوژیکی گیاه نعناع فلفلی در شرایط گلخانه‌ای بود.

مواد و روش‌ها این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی و هر تیمار شامل چهار تکرار بود. نشاها در گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر کشت شدند. ابتدا در ته هر یک از گلدان‌ها مقداری شن

[1] hexaploid
[2] Mitcham
[3] salicylic acid
[4] oxidative stress
[5] antitoxic
[6] hydrogen peroxide

درشت جهت تهویه و زهکشی مناسب ریخته و سپس یک قسمت خاک مزرعه، یک قسمت ماسه و یک قسمت کوکوپیت[1] با هم مخلوط و ترکیب سبکی برای گلدان‌ها آماده شد. بلافاصله پس از پر کردن گلدان‌ها، نشاهای یکسان نعناع فلفلی داخل گلدان‌ها کاشته شدند. تا یک هفته پس از کاشت، برای استقرار نشاها، گلدان‌ها به صورت روزانه بین ساعات ۸ تا ۹ صبح آبیاری شدند.[۱۹] فاکتور اول غلظت‌های انتخابی شوری کلریدسدیم، شامل چهار سطح صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مول بر لیتر و فاکتور دوم شامل غلظت‌های سالیسیلیک‌اسید در چهار سطح شامل صفر (شاهد)، ۰/۱، ۰/۵ و یک میلی‌مولار بودند. کلیه تیمارها هر روز عصر بین ساعات ۱۷ تا ۱۹ به صورت برگ‌پاشی به گونه‌ای انجام شد که تمام پیکر گیاه خیس شود زیرا در این ساعات شدت تابش نور خورشید کاهش یافته و تبخیر مایع پاشیده شده کاهش می‌یابد و این امر سبب افزایش جذب محلول پاشیده شده می‌شود.[۱۹] گیاهان طی روزهای ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز پس از شروع آزمایش محلول‌پاشی شدند.[۱۳] در مرحله گلدهی صفاتی نظیر ارتفاع اندام هوایی، طول میانگره، قطر سایه‌انداز و طول ریشه، قطر ساقه اصلی، وزن تر و خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه، تعداد شاخساره جانبی، برگ و گره اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری، جهت تعیین وزن خشک، اندام‌های مختلف به مدت ۷۲ ساعت در آون ۷۰ درجهٔ سلسیوس نگهداری شدند. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم-افزار آماری MSTAT-C تجزیه و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال ۱٪ صورت گرفت.

نتایج و بحث بوته‌های نعناع فلفلی تحت شرایط تنش با غلظت زیاد شوری (۱۵۰ میلی‌مول در لیتر نمک طعام) به دلیل عدم تحمل این شرایط از بین رفتند. مطالعات نشان می‌دهند که اگر گیاهی به مدت زمان طولانی تحت تأثیر تنش شوری قرار گیرد به علت عدم توانایی گیاه برای مقابله و سازگاری با غلظت بالای یون‌ها و نیز مسمومیت یونی حاصل، مقاومت خود در مقابله با تنش شوری از دست می‌دهد.[۱۲] بنابراین در نتایج مربوط به تیمارهای شوری، این تیمار وجود ندارد.

تعداد شاخساره جانبی

تعداد شاخه جانبی در سطوح مختلف شوری و سالیسیلیک‌اسید دارای تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بود ولی اثرات متقابل آن‌ها تفاوت آماری معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱) نشان داد با افزایش سطح شوری تعداد شاخساره جانبی کاهش یافت و با مصرف سالیسیلیک‌اسید (شکل ۲) بر تعداد شاخساره جانبی افزوده شد. تنش شوری توازن یا تعادل هورمونی را متأثر می‌سازد که به نوبه خود اشکال نمو گیاه را کنترل می‌کند. سالیسیلیک‌اسید اثری مشابه آبسیزیک‌اسید داشته و بازدارنده جیبرلین است. سالیسیلیک-اسید از طریق سیستم آنتی‌اکسیدانی سبب کاهش اثر سمی و مخرب تنش شوری شده و جوانه‌زنی را افزایش داده است. سازوکاری که سالیسیلیک‌اسید رشد ریشه و بخش هوایی را در برخی گیاهان افزایش می‌دهد شناخته نشده است اما احتمال داده می‌شود که سالیسیلیک-اسید طویل شدن و تقسیم سلولی را به همراه مواد دیگری مانند اکسین تنظیم نماید.[۷]

تعداد گره

تعداد گره در سطوح مختلف شوری دارای تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بود ولی سالیسیلیک‌اسید و اثرات متقابل آن با شوری تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد (جدول ۱). با افزایش سطح شوری تعداد گره ساقه کاهش یافت (شکل ۳). کاهش رشد تحت شرایط تنش نتیجه جلوگیری از تقسیم سلولی، رشد سلول و یا هر دوی آن‌هاست که این اثرات بازدارندگی می‌تواند در اثر تغییر در

[1] coco peat

توازن هورمون‌های گیاهی در اثر تنش باشد. تحت شرایط نامساعد محیطی سطوح درونزای فیتوهورمون‌ها دچار تغییرات اساسی می‌شود. [۲۲]

تعداد برگ

تعداد برگ در سطوح مختلف شوری دارای تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بود ولی سالیسیلیک‌اسید و اثرات متقابل آن با شوری تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد (جدول ۱). با افزایش سطح شوری تعداد برگ گیاه کاهش یافت (شکل ۴). از معیارهای مهم در انتخاب ارقام برای مقاومت به شوری، اندازه-گیری سرعت رشد گیاه و غلظت یون می‌باشد. کاهش رشد و عملکرد بستگی به غلظت نمک دارد هرچه غلظت نمک بیشتر باشد کاهش رشد محسوس‌تر است و سرعت توسعه برگ تحت تأثیر میزان سدیم و کلر قرار می‌گیرد و می‌تواند شاخص مناسبی برای تعیین مقاومت به شوری باشد.[۱۶]

قطر شاخه اصلی

قطر شاخه اصلی در سطوح مختلف شوری دارای تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بود ولی سالیسیلیک‌اسید و اثرات متقابل آن با شوری تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها تقریباً شیب کاهشی قطر ساقه با افزایش شوری را نشان می‌دهد و کمترین قطر ساقه در تیمار سطح سوم شوری دیده شد (شکل ۵).

قطر سایه‌انداز

قطر سایه‌انداز گیاه در سطوح مختلف شوری، سالیسیلیک‌اسید و اثرات متقابل آن‌ها تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ دارد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها یک شیب کاهشی را با افزایش سطح شوری نشان می‌دهد و کمترین قطر سایه‌انداز در سطوحی از شوری‌ها دیده می‌شود که در آنها از سالیسیلیک‌اسید استفاده نشده است (شکل ۶).

وزن تر شاخساره

وزن تر شاخساره در سطوح مختلف شوری دارای تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بود ولی اثرات متقابل آنها تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها (شکل ۷) شیب کاهشی وزن تر شاخساره با افزایش شوری را نشان می‌دهد و کمترین وزن تر شاخساره در تیمار سطح سوم شوری دیده شده است.

وزن خشک شاخساره

وزن خشک شاخساره در سطوح مختلف شوری و سالیسیلیک‌اسید تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ دارد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها (شکل ۸) تقریباً یک شیب کاهشی را با افزایش سطح شوری نشان می‌دهد و کمترین وزن خشک شاخساره در سطح سوم شوری دیده می‌شود و با افزایش غلظت سالیسیلیک‌اسید یک شیب کاهشی در وزن خشک شاخساره دیده می‌شود (شکل ۹).

طول میانگره

طول میانگره در سطوح مختلف شوری دارای تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بود ولی سالیسیلیک‌اسید و اثرات متقابل آن با شوری تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱۰) تقریباً شیب کاهشی طول میانگره با افزایش شوری را نشان می‌دهد.

طول ریشه

طول ریشه در سطوح مختلف شوری دارای تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بود ولی سالیسیلیک‌اسید و اثرات متقابل آن با شوری تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با

افزایش تنش شوری، طول ریشه کاهش یافت و کمترین قطر ساقه در تیمار سطح سوم شوری دیده شده است (شکل ۱۱).

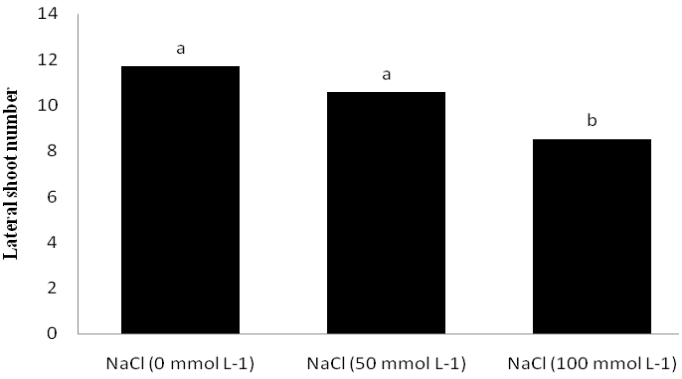
وزن تر ریشه

وزن تر ریشه در سطوح مختلف شوری دارای تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بود ولی سالیسیلیک‌اسید و اثرات متقابل آن با شوری تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱۲) شیب کاهشی وزن تر ریشه با افزایش شوری را نشان می‌دهد و کمترین وزن تر ریشه در تیمار سطح سوم شوری دیده شده است.

ارتفاع اندام هوایی

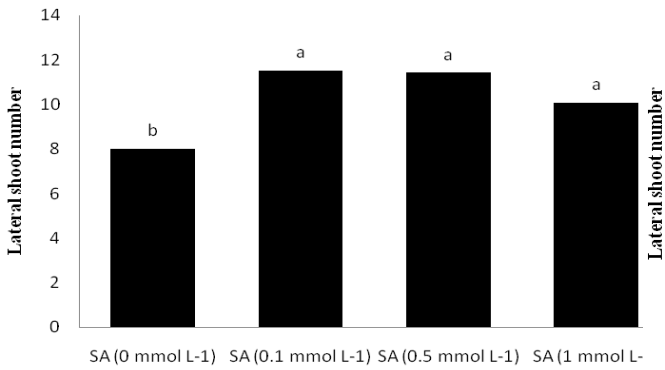
ارتفاع اندام هوایی در سطوح مختلف شوری، سالیسیلیک‌اسید و اثرات متقابل آن‌ها تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ نشان داد (جدول ۱) و با افزایش سطح شوری تا حدودی میزان ارتفاع اندام هوایی کاهش یافت. در برهمکنش اثر سالیسیلیک‌اسید و شوری مشخص نمود که در سطوح دوم و سوم شوری (به خصوص سطح سوم) کاربرد سالیسیلیک‌اسید تا حد قابل قبولی به ویژه در غلظت-های دوم و سوم از اثرات سوء شوری کاسته است. اثر آشکار شوری روی گیاهان کاهش رشد است که به دلیل تنش اسمزی ایجاد شده به دنبال افزایش غلظت نمک‌های محلول اتفاق می‌افتد. مهم‌ترین واکنش گیاه به افزایش شوری خاک کاهش آهنگ رشد و نیز کوچک شدن اندازه گیاه است. گیاهان در معرض شوری اغلب ظاهر معمولی دارند ولی عموماً کوتاه‌تر بوده، برگ آنها ضخیم‌تر، پرآب‌تر و به رنگ سبز تیره می‌باشند. شوری باعث کاهش توانایی جذب آب توسط گیاه شده و این امر به سرعت باعث کاهش رشد گیاه می‌گردد.[۱۲]

نتیجه گیری کلی به دلیل عدم مقاومت بوته‌های نعناع فلفلی در شرایط اعمال تنش با غلظت زیاد شوری باید از کشت این گیاه در مناطق با شوری زیاد پرهیز شود و برای القای مقاومت به شوری از سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۰/۱ یا ۰/۵ میلی‌مول در لیتر طبق نتایج آزمایش استفاده نمود ولی برای صرفه‌جویی در مصرف این ماده و داشتن نتایج مشابه غلظت‌های اشاره شده، بهتر است از سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۰/۱ میلی‌مول در لیتر استفاده شود.



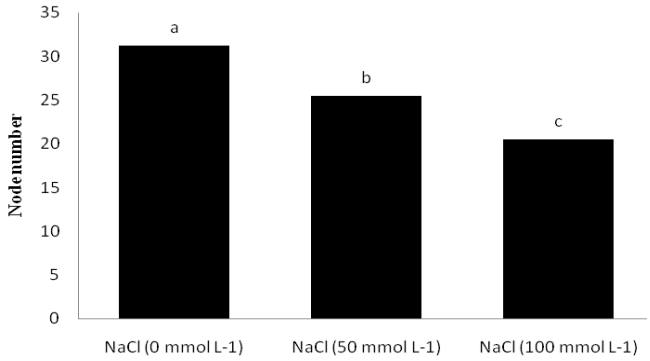
شکل ۱- تعداد شاخساره جانبی نعناع فلفلی در سطوح مختلف شوری

Figure 1. The number of lateral shoots of peppermint in different levels of salinity



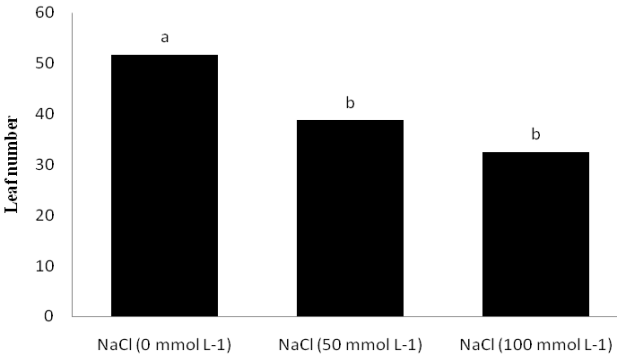
شکل ۲- تعداد شاخساره جانبی نعناع فلفلی در سطوح مختلف سالیسیلیک‌اسید

Figure 2. The number of lateral shoots of peppermint in different levels of salicylic acid



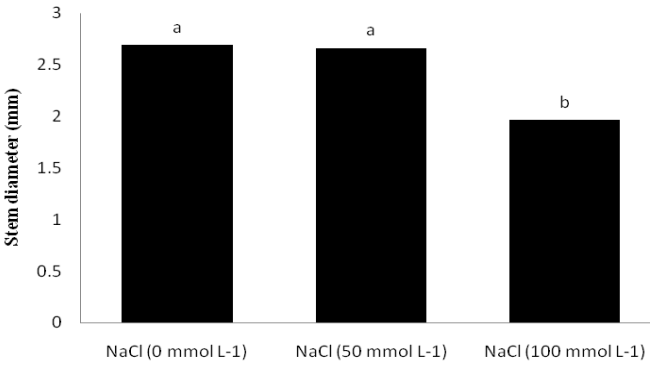
شکل ۳- تعداد گره نعناع فلفلی در سطوح مختلف کلرید سدیم

Figure 3. The number of node of peppermint in different levels of sodium chloride



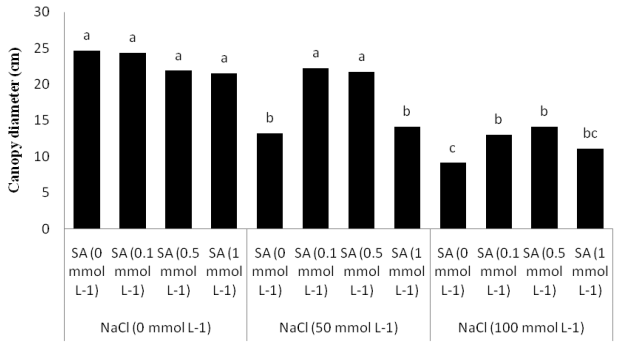
شکل ۴- تعداد برگ نعناع فلفلی در سطوح مختلف کلریدسدیم

Figure 4. The number of leaf of peppermint in different levels of sodium chloride



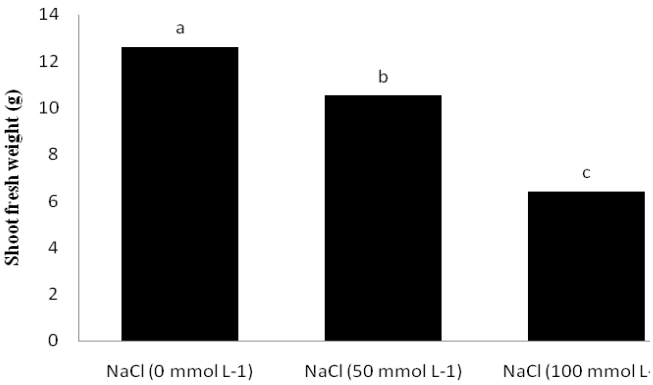
شکل ۵- قطر ساقه نعناع فلفلی در سطوح مختلف کلریدسدیم

Figure 5. Diameter of main shoot of peppermint in different levels of sodium chloride



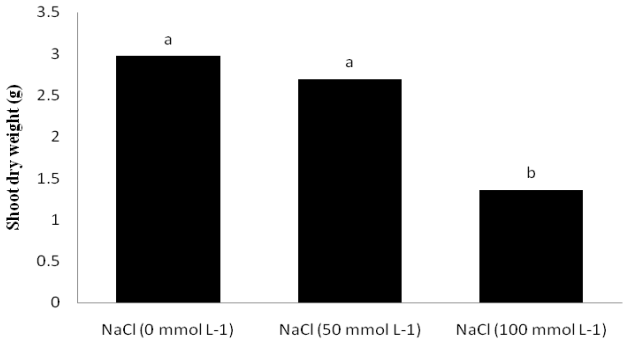
شکل ۶- قطر سایه انداز گیاه نعناع فلفلی در سطوح مختلف کلریدسدیم و سالیسیلیک‌اسید

Figure 6. The shade of canopy of peppermint in different levels of salicylic acid and sodium chloride



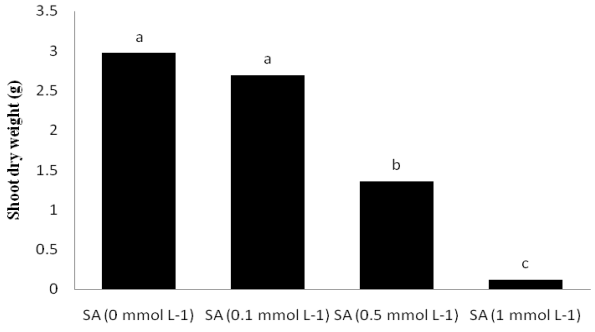
شکل ۷- وزن تر شاخساره نعناع فلفلی در سطوح مختلف کلریدسدیم

Figure 7. Fresh weight of shoot of peppermint in different levels of sodium chloride



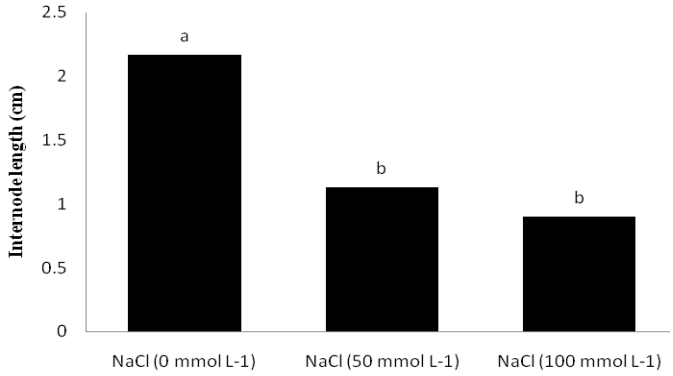
شکل ۸- وزن خشک شاخساره نعناع فلفلی در سطوح مختلف کلریدسدیم

Figure 8. Dry weight of shoot of peppermint in different levels of sodium chloride



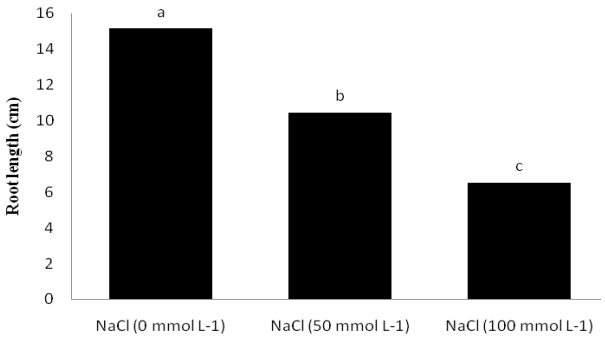
شکل ۹- وزن خشک شاخساره نعناع فلفلی در سطوح مختلف سالیسیلیک اسید

Figure 9. Dry weight of shoot of peppermint in different levels of salicylic acid



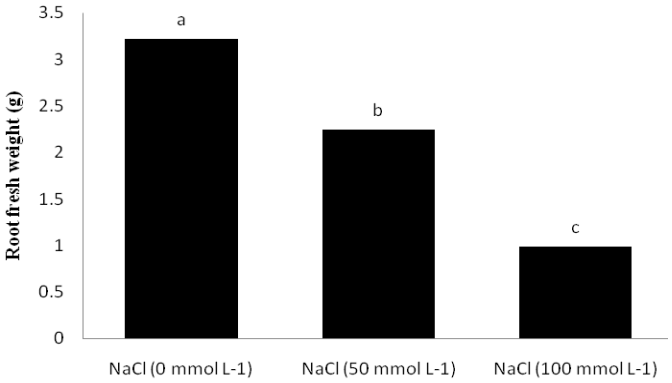
شکل ۱۰- طول میانگره نعناع فلفلی در سطوح مختلف کلریدسدیم

Figure 10. length of internodes of peppermint in different levels of sodium chloride



شکل ۱۱- طول ریشه نعناع فلفلی در سطوح مختلف کلریدسدیم

Figure 7. Length of root of peppermint in different levels of sodium chloride



شکل ۱۲- وزن تر ریشه نعناع فلفلی در سطوح مختلف کلریدسدیم

Figure 7. Fresh weight of root of peppermint in different levels of sodium chloride

جدول ۱- تجزیه واریانس تنش شوری و سالیسیلیک‌اسید بر صفات مورفولوژیکی نعناع‌فلفلی

Table 1. Variance analysis of salt stress on morphological traits of peppermint

Source of variation	df	Mean of squares										
		height of plant	number of lateral branch	node number	leaf number	diameter of main shoot	shad of canopy	fresh weight of shoot	dry weight of shoot	length of internodes	length of root	fresh weight of root
salt stress (A)	2	90.052**	41.813**	457.771**	1540.771**	2.71**	507**	158.988**	11.942**	7.356**	297.581**	20.019**
salt stress (B)	3	41.514**	32.056**	11.917^{ns}	17.028^{ns}	0.083^{ns}	62.811**	9.698*	0.747**	0.09^{ns}	1.708^{ns}	0.179^{ns}
A×B	6	11.031**	3.785^{ns}	8.104^{ns}	22.382^{ns}	0.137^{ns}	29.972**	3.808^{ns}	0.344*	0.085^{ns}	2.611^{ns}	0.113^{ns}
Error	36	3.269	3.292	18.5	62.306	0.163	3.363	2.361	0.14	0.115	3.15	0.16
CV%		6.58	17.7	16.73	19.27	16.55	10.42	15.61	15.97	24.25	16.58	18.61

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪.

ns, * and **: non-significant, significant at 5 and 1% of probability levels, respectively.

References

1. Abdolmaleki M,Bahraminezhad S, Salari M, Abbasi S, Panjekeh N (2011) The effect of antifungal plant peppermint (*Mentha piperita* L.) on plant pathogenic fungi. Journal of Medicinal Plants 37: 26-34. (in Persian).
2. Aliniyaei S, Rezaeinezhad AH, Seifikalhor M, Dalvand M (2009) The effect of different concentrations of salicylic acid on peppermint (*Mentha piperita* L.) under the terms of the toxicity of boron. 6thIranian Horticultural Sciences Congress. Rasht. Iran. (in Persian).
3. Alizadeh A, Koochaki A (1996) principle of agriculture in arid areas. Volume II. Astan-e Qods Razavi Press. Mashhad. (in Persian).
4. Amiri M, Parsa M, Ehyaei H, Yazdani-e Blooki R (2011) Evaluation of germination and seedling growth of different varieties of seeds treated with humic, Folic and Salicylic acid. Second National Conference on Science and Technology Seed. Islamic Azad University – Mashhad branch. Mashhad. Iran (in Persian).
5. Bernard F, Nouri M, Kooshki Z, Shaker H (2008) Comparison of physiological and biochemical responses of two varieties of licorice pieces explants of molybdenum and salicylic acid. Rostaniha 9: 81-90. (in Persian).
6. Chakraborty A. Chattopadhyay S (2008) Stimulation of menthol production in *Mentha piperita* cell culture. *In vitro* cellular and developmental biology-plant 44: 518-524.
7. Dolatabadiyan A, Modarressanavi SAM, Etemadi F (2008) Effects of salicylic acid pretreatment on wheat seed germination under salt stress. Journal of Iranian Biology 4: 692-702. (in Persian).
8. Hashemi dezfooli A, Koochaki A, Banayan M (2002) Increased crop yield. Jahad Daneshgahi press. Mashhad.
9. Heydari F (2006) The impact of micro-nutrients and plant density on phenology, yield and essential oil of Peppermint (*Mentha piperita* L.). Master thesis. Tabriz University. Tabriz. Iran. (in Persian).
10. Heydari F, Zehtab-e salmasi S, Aliyari H, Dadpour M (2002) The effect of plant density on yield and production of essential oil of Peppermint (*Mentha piperita* L.). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 45: 501-510. (in Persian).
11. Kamali M, Kharazi SM, Salahvarzi Y, Tehranifar A (2012) Effect of salicylic acid on the growth and morphophysiological characteristics of gomphrena in salinity stress. Journal of horticultural Science (Agricultural Science and Technology) 26: 104-112. (in Persian).
12. Khalaji N (2012) The effect of ascorbic acid, sodium chloride in salt tolerance in geranium (*Pelargonium graveolens* L.). Master thesis. Islamic Azad University – Miyaneh branch. Miyaneh. Iran. (in Persian).
13. Liu W, He H, Song M (2012) Influence of amino acids on bioactive compounds of Chinese kala. Acta Horticulture 944: 153-157.
14. Mehrafarin A, Naqdibadi H, Hadavi A, Qavami N, Kadkhoda Z (2011) Phytochemical and farming response of peppermint (*Mentha piperita* L.) to the application of bio-fertilizers and urea. Journal of Medicinal plants. 40: 107-118. (in Persian).
15. Qaseminezhad P, Mehrafarin A, Beiglari M, Mansouri M (2011) The effect light and salinity on seed germination and seedling growth of artichoke. Second National Conference on Science and Technology Seed. Islamic Azad University – Mashhad branch. Mashhad. Iran (in Persian).
16. Salami MR, Safarnezhad A,Hamidi H (2006) The effect of salinity on morphological characteristics of cumin and valerian. Journal of Research and development of natural resources 72: 77-83. (in Persian).
17. Senaratna T, Merrit D, Dixon K, Bunn E, Touchell D, Sivasithamparam K (2003) Benzoic acid may act as the functional group in salicylic acid and derivatives in the induction of multiple stress tolerance in plants. Plant Growth Regulation 39: 77-81.
18. Shafizadeh M, Parsa S, Ahmadi K, Alizadeh R (2011) Preparation of seed germination and seedling growth impact on improving the artichoke plants under salt stress. Second National Conference on Science and Technology Seed. Islamic Azad University – Mashhad branch. Mashhad. Iran (in Persian).
19. Tavakoli M, Chehreganirad AK, Lariyazdi H, Pakdel A (2011) Study the effect of different concentrations of lead and salicylic acid on the growth of some plant eggplant. Journal of Plant Biology 7: 29-40. (in Persian).
20. Udagawa Y, Ito T, Tognoni F, Nukaya A, Maruo T (1995) Some responses of dill (*Anethum gravelens*) and thyme (*Thymus vulgaris*), grown in hydroponic, to the concentration of nutrient solution. Acta Horticulture 396: 203-210.
21. Zare dehabadi S, Asrar Z (2008) The effect of the accumulation of excess zinc and answer some essential elements of antioxidant effect of mint (*Mentha spicata* L.). Journal of Medicinal Plants 24: 530-540. (in Persian).
22. Zare M, Mehrabi oladi A, Sharafzadeh S (2006) Effects of gibberellic acid and kinetin on wheat germination and seedling growth under salt stress. Journal of Agricultural Sciences 4: 855-865. (in Persian).

Effect of salicylic acid on salinity stress tolerance improvement of peppermint (*Mentha piperita* L.) in greenhouse conditions

Modern Science of Sustainable Agriculture Journal
Special issue for horticultural crops
Vol. 10, No. 2(2), 85-95, Summer 2014

Hassan Nourafcan*

Department of Horticulture
College of Agriculture,
Miyaneh branch
Islamic Azad University
Miyaneh, Iran

Email ✉:
hassannourafcan@gmail.com

Received: 20 February, 2014 **Accepted:** 05 August 2014

ABSTRACT Peppermint (*Mentha piperita* L.) is one of the most important medicinal plants belonging to the *Lamiaceae*. In order to study the effect of different concentration of salicylic acid (SA) and salinity stress on peppermint morphological characteristics, an experiment was conducted as a factorial design based on completely randomized design with four replications. To investigate the interaction of salicylic acid and salinity stress, the following treatments were used: four NaCl concentrations of 0, 50,100 and 150 $mmolL^{-1}$ and four salicylic acid 0, 0.1, 0.5 and 1 $mmolL^{-1}$. The plants were grown in pots until they grow to harvesting stage. At the end of experiments, various traits such as height of plants, number of lateral branches, node and leaf, diameter of main shoot and shad of canopy, dry and fresh weight of shoot, fresh weight of root, length of internodes and root were measured. Plants that were under salinity stress level of 150 $mmolL^{-1}$ died before end of experiments. Effects of salinity stress on number of lateral branches, number of node and leaf, shoot diameter, dry and fresh weight of shoot, length of internodes and root and fresh weight of root, SA on number of lateral branches and dry weight of shoot and their interaction on height of plants and shad of canopy were significant on peppermint. The highest suppress effect in salinity stress was obtained in 100 $mmolL^{-1}$ NaCl and the effective in SA were 0.1 and 0.5 $mmolL^{-1}$.

Keywords:
- adaptation
- hormone like
- menthol
- physiological stress
- salt toxicity
- sodium chloride