

بررسی تاثیر تنش کمبود آب و اسید سالیسیلیک بر برخی صفات رشدی، رنگیزه‌های فتوسنتزی و عملکرد اسانس نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.)

سعید فتاحی سیاه‌کمری^۱، حمیده آزاد قوجه‌بیگلوی^۲، علی صالحی‌ساردویی^{۳*} (نویسنده مسئول)، افشار فلاح‌ایمانی^۴ و خیرالله بابایی^۵

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران، saeid.fatahi@gmail.com

۲- کارشناس ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی زابل، زابل، ایران، hamidehazad26@gmail.com

۳- دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، alisalehisardoei@gau.ac.ir

۴- دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، اراک، ایران، fallahimaniafshar@yahoo.com

۵- دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، Kh.babaei@umia.ac.ir

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۹

Effect of water deficit stress and salicylic acid on some of growth traits, photosynthetic pigments and yield essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.)

Saeed Fattahi Siah Kamri¹, Hamideh Azad Ghojeh Bigloo², Ali Salehi Sardoei^{3*} (Corresponding author), Afshar Fallah Imani⁴ and Khairullah Babaei⁵

1- Ph.D student, Department of Horticulture, Zanjan University, Zanjan, Iran, saeid.fatahi@gmail.com

2- M.Sc, Department of Horticulture, Zabol Agriculture and Natural Resources Branch, Zabol, Iran, hamidehazad26@gmail.com

3* - Ph.D student, Department of Horticulture, Gorgan Agriculture and Natural Resources Branch, Gorgan, Iran, alisalehisardoei@gau.ac.ir

4- Ph.D student, Department of Horticulture, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak Iran, fallahimaniafshar@yahoo.com

5- Ph.D student, Department of Horticulture, Urima University, Urima, Iran, Kh.babaei@umia.ac.ir

Received: August 2020

Accepted: November 2020

Abstract

The current research was conducted with the aim to investigate the effect of salicylic acid on the growth traits, photosynthetic pigments and the amount of essential oil in *Mentha piperita* under drought stress. The factorial experiment was carried out in the form of randomized complete block design and with three repetitions. Factors included irrigation round at four levels (90 (control), 75, 45, and 20% field capacity) and salicylic acid at two levels (zero (control) and 60 ppm). The investigated traits included the plant height, number of lateral branches, length of lateral branches, number of nodes, fresh and dry weight of the plant, fresh and dry weight of the stem, chlorophyll a, b, and total, carotenoids, and essential oil percentage and yield. Results from this experiment showed that the effect of drought stress on all studied traits was significant at the statistical level of 1%. The mutual effect of drought stress on salicylic acid hormone for the length of lateral branches, fresh and dry weight of the plant, chlorophyll a, b, and total, and essential oil percentage and yield traits was significant. Stress caused a reduction in all traits except for fresh and dry weight of the stem; and the use of salicylic acid led to the reduced effects of stress such that the highest values of these traits were obtained from 60 ppm salicylic acid. Given the mutual effects, the highest values of essential oil percentage and yield obtained from 90% of field capacity and application of salicylic acid. Overall, the application of this hormone led to the improvement of qualitative and quantitative characteristics of *Mentha piperita* under drought stress.

Keywords: Drought, Essential Oil, *Mentha piperita*, Salicylic Acid, Vegetative Traits

چکیده

به منظور بررسی تاثیر اسید سالیسیلیک بر صفات رشدی، رنگیزه‌های فتوسنتزی و میزان اسانس نعناع فلفلی تحت تنش کمبود آب، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عوامل آزمایشی شامل تنش کمبود آب در چهار سطح (۹۰ (شاهد)، ۷۵، ۴۵ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی) و اسید سالیسیلیک در دو سطح (صفر (شاهد) و ۶۰ پی‌پی‌ام) بود. صفات مورد ارزیابی شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، طول شاخه فرعی، تعداد گره، وزن تر و خشک بوته، وزن تر و خشک ریشه، محتوای کلروفیل a، b، کل و کارتنوئیدها، درصد و عملکرد اسانس بود. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که اثر تنش خشکی بر صفات مورد مطالعه در سطح احتمال آماری یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل تنش خشکی در اسید سالیسیلیک برای صفات طول شاخه فرعی، وزن تر و خشک بوته، محتوای کلروفیل a، b و کل، درصد و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. تنش کمبود آب موجب کاهش تمامی صفات به جز وزن تر و خشک ریشه شد و کاربرد اسید سالیسیلیک موجب کاهش اثرات تنش کمبود آب شده به طوری که بالاترین مقدار این صفات از ۶۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک به دست آمد. با توجه به اثرات متقابل بیشترین مقدار درصد و عملکرد اسانس از تیمار ۹۰ درصد ظرفیت زراعی و کاربرد اسید سالیسیلیک حاصل گردید. در مجموع کاربرد این هورمون سبب بهبود خصوصیات کمی و کیفی نعناع فلفلی تحت تنش کمبود آب گردید.

کلمات کلیدی: اورتو هیدروکسی بنزوئیک اسید، تنش کمبود آب، صفات رویشی، عملکرد اسانس

مقدمه و کلیات

به دست آوردن بهترین شرایط محیط کشت که بتواند منجر به تولید گیاهی با بیشترین درصد متابولیت‌های ثانویه گردد از مهم‌ترین اهداف در تحقیقات مربوط به کشت گیاهان دارویی می‌باشد (Jaafar et al., 2012). عوامل محیطی به‌ویژه شرایط تنش‌زا، نقش عمده‌ای در کمیت و کیفیت گیاهان زراعی و دارویی به‌عهده دارند (Xu et al., 2011). تنش خشکی شایع‌ترین تنش محیطی است که به‌طور تقریبی موجب محدودیت تولید در ۲۵ درصد زمین‌های دنیا شده است (Hashemi-Dezfouli et al., 1995). این تنش‌ها باعث کاهش فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، بیوماس، رشد و درنهایت عملکرد گیاه می‌شود (Bhatt and Srinivasa-Rao, 2005; Abdul Jaleel et al., 2009). در آزمایشی که بر گیاه دارویی شوید انجام شد نشان داد سطوح مختلف تنش خشکی باعث کاهش وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع و عملکرد اسانس شد اما باعث افزایش درصد اسانس شد (Haghshenas and Eskandari, 2012). با توجه به آزمایش ابراهیمی و همکاران (Ebrahimi et al., 2018) بر گیاه همیشه بهار، با افزایش خشکی، میزان کارتنوئیدها، کلروفیل a و b به دلیل خسارت به غشاهای کلروپلاستی کاهش یافت. همچنین وزن خشک، ارتفاع تعداد شاخه جانبی، تعداد گل و عملکرد گل همیشه بهار کاهش یافت. از روش‌های فیزیولوژیکی که در سال‌های اخیر برای تخفیف تنش‌های محیطی روی گیاهان مختلف استفاده شده است کاربرد خارجی مواد تخفیف دهنده تنش است (Yuan and Lin, 2008). از جمله این مواد می‌توان به سالیسیلیک اسید

گیاهان دارویی و ادویه‌ای از گیاهان اقتصادی مورد استفاده بشر هستند که مواد شیمیایی مخصوص و فعال مفیدی با مقادیر بسیار کم در پیکره خود تولید و ذخیره می‌کنند و سهم بزرگی از فرآورده‌های دارویی تجاری را به خود اختصاص می‌دهند (Majnoun Hosseini and Devazdah Imami, 2008). با توجه به اثرات سوء ناشی از مصرف داروهای شیمیایی، در سال‌های اخیر توجه زیادی به کشت گیاهان دارویی شده که با افزایش مصرف آنها نیاز به توسعه کشت، مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح می‌باشد (Atanassova et al., 2011). نعناع فلفلی با نام علمی *Mentha piperita* L. گیاهی علفی چند ساله اسانس‌دار از خانواده نعناعیان (Lamiaceae) می‌باشد که در طب سنتی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Ramakrishna and Ravishankar, 2011). اسانس نعناع فلفلی برای طعم‌دار کردن داروها و مواد خوراکی مانند شربت‌های سرفه، خمیر دندان و شوینده‌های دهان، آدامس و شیرینی‌جات مورد استفاده قرار می‌گیرد. از جمله اثرات دارویی این گیاه رفع دردهای روده، محرک عالی معده و کمک‌کننده به هضم غذا، تقویت‌کننده معده، ضد نفخ، ضد عفونی‌کننده، رفع دل پیچه، رقیق‌کننده صفرا و کاهش کلسترول خون، رفع سردرد، از بین بردن گلو درد و رفع گرفتگی بینی هنگام سرماخوردگی است (Gul, 1994; Gupta, 1991). یکی از مهم‌ترین زمینه‌های تحقیقی در مورد گیاهان دارویی، بررسی شرایط مختلف محیطی تأثیرگذار بر میزان عملکرد کمی و کیفی این گیاهان است. بنابراین بررسی و

^۴-۱۰ مولار اسید سالیسیلیک حاصل گردید. همچنین کاربرد اسید سالیسیلیک در همین غلظت باعث افزایش کمیت و کیفیت اسانس ریحان شد. طبق نتایج مرتضوی و همکاران (۲۰۱۷) بکارگیری اسید سالیسیلیک تأثیر معنی داری در سطح یک درصد بر صفات ارتفاع گیاه، میزان آنتوسیانین، میزان کلروفیل، وزن تر ریشه داشت. همچنین اسید سالیسیلیک بیوستز اتیلن و حرکت روزنه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد، افزایش سطح کلروفیل و رنگیزه کاروتنوئیدها، سرعت فتوسنتز و تغییر فعالیت آنزیم‌های مهم از دیگر نقش‌های سالیسیلیک است (Gregg and Howe, 2010). با توجه به آزمایش نعمت‌الهی و همکاران (۲۰۱۴) بر گیاه آفتابگردان محلول پاشی سالیسیلیک اسید با غلظت ۱۰۰ میکرومولار از طریق افزایش معنی دار جذب عناصر غذایی ماکرو و رنگدانه‌های فتوسنتزی، سبب کاهش خسارت ناشی از تنش خشکی در هر دو رقم آفتابگردان گردید. مطالعه پژوهش‌های انجام شده در کشور حاکی از آن است که تحقیقات ارزشمندی در زمینه تأثیر کاربرد اسید سالیسیلیک جهت کاهش اثرات سوء ناشی از شرایط تنش محصولات زراعی انجام شده است. اما در خصوص تأثیر اسید سالیسیلیک بر رشد و اسانس گیاهان دارویی به خصوص در گیاه دارویی نعناع فلفلی تحقیقات زیادی انجام نگرفته است. با توجه به ارزش دارویی و غذایی این گیاه و همچنین اثرات سوء تنش‌های محیطی مانند خشکی، انجام تحقیق به منظور ارزیابی کاربرد اسید سالیسیلیک بر گیاه مذکور در کاهش اثرات کم‌آبی در کشور امری ضروری و

اشاره کرد که یکی از مولکول‌های پیام‌رسان مهم است و باعث عکس‌العمل گیاه در برابر تنش‌های محیطی می‌شود و همانند یک آنتی‌اکسیدانت غیر آنزیمی نقش مهمی در تنظیم فرایند فیزیولوژیکی در گیاه می‌شود. همچنین در افزایش تحمل به تنش‌های محیطی از روش‌های مختلف به‌نژادی و به‌زراعی استفاده می‌شود. امروزه استفاده از هورمون‌ها و شبه هورمون‌هایی مانند اسید سالیسیلیک به دلیل ارزانی و کاربرد ساده آن‌ها مورد توجه قرار گرفته است (Dolat Abadi et al., 2014). اسید سالیسیلیک یا اورتو هیدروکسی بنزوئیک اسید، از ترکیبات فنلی می‌باشد که در تعداد زیادی از گیاهان وجود دارد، این ترکیب به‌عنوان ماده‌ای هورمونی شناخته شده و نقش اساسی در تنظیم فعالیت‌های فیزیولوژیکی مختلف مانند رشد، تکامل گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه‌زنی بذور تحت تنش‌های خشکی و شوری نشان داده شده است (Hassanzadeh et al., 2014; EL-Tayeb, 2005; Kang, 2003). اسید سالیسیلیک بر رشد و عملکرد گیاهان تأثیر زیادی داشته است از اینرو این ماده به‌عنوان یک راهکار ارزشمند به‌ویژه در عرصه فعالیت‌های نوین کشاورزی در خصوص گیاهان دارویی می‌تواند مطرح گردد. این اسید نقش مهمی در رشد و نمو گیاهان دارد (Kang, 2003; Martin-Mex and Larqué-Saavedra, 2001; Vikrant et al., 2006). غریبی (۲۰۰۷) اثر اسید سالیسیلیک را بر دو گیاه ریحان و مرزنجوش مورد مطالعه قرار داد و طبق نتایج افزایش ارتفاع گیاه، تعداد (شاخه، گره و برگ) در بوته، سطح برگ، وزن خشک و تر و کربوهیدرات کل در غلظت

جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا) به اجرا در آمد. عوامل آزمایش شامل تنش خشکی در چهار سطح (۹۰، ۷۵، ۴۵ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی) و اسید سالیسیلیک در دو سطح (صفر (شاهد) و ۶۰ پی پی ام) بود. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده شده در گلدان‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. به همین دلیل این پژوهش با هدف بررسی محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر رشد رویشی، رنگیزه‌های فتوسنتزی و عملکرد اسانس در گیاه دارویی نعناع فلفلی تحت تنش خشکی انجام گردید.

فرآیند پژوهش

این پژوهش در سال ۱۳۹۶ به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (با موقعیت جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی و عرض

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Some physical and chemical properties of experiment soil

هدایت الکتریکی (dS/m)	ماده آلی (%)	اسیدیته	پتاسیم (ppm)	فسفر (ppm)	نیترژن (ppm)	بافت خاک
۲/۱	۰۳/۰	۴۷/۷	۱۱۹	۱۳	۱۵	لوم-سیاتی

نمونه‌های ترکیبی (دو برگ بالایی، دو برگ میانی و دو برگ پایینی) و به روش لیخن تایر (۱۹۸۲) استفاده شد. برای این منظور ۰/۱ گرم از برگهای تازه گیاه در هاون چینی حاوی ۱۵ میلی‌لیتر استن ۸۰ درصد سائیده شد و پس از صاف کردن، جذب آن‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج های ۶۶۳/۲ و ۶۴۶/۸ و ۴۷۰ نانومتر خوانده شد. به منظور تنظیم دستگاه از استن ۸۰ درصد استفاده شد. غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه گردید.

$$Chl_a = 12.25 A_{663.2} - 2.79 A_{646.8}$$

$$Chl_b = 21.21 A_{646.8} - 5.1 A_{663.2}$$

$$ChlT = chl_a + chl_b$$

$$Car = (1000A_{470} - 1.8 Chl_a - 85.02 Chl_b) / 198$$

آزمایش در گلدان‌های پلاستیکی به ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر و عرض ۳۰ سانتی‌متر اجرا شد. نشاهای نعناع فلفلی از قبل در خزانه مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد آماده و بعد از ۶ برگی به گلدان منتقل شد. در هر گلدان ۸ بوته کاشته شد. تا زمان سبز شدن، آبیاری به صورت روزانه و سطحی انجام شد و بعد از استقرار گیاه تیمار تنش خشکی اعمال شد. برای تیمارهای که اسید سالیسیلیک استفاده می‌شد در هر مرتبه آبیاری سالیسیلیک اسید (اسید سالیسیلیک مورد استفاده مربوط به شرکت مرک بود) هم با غلظت ۶۰ پی پی ام به کار برده شد. محلول مورد نظر با توجه به اندازه گیاه در حجم مناسب تهیه شد. برای اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی از

واریانس و مقایسه میانگین به وسیله نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۲ محاسبه شدند. میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

صفات رشدی

ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی بوته: بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌های ارتفاع و تعداد شاخه فرعی گیاه تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفتند این در حالی بود که اثر ساده اسید سالیسیلیک و اثرات متقابل تنش خشکی و هورمون بر صفات مذکور معنی دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد در طی تنش خشکی ارتفاع و تعداد شاخه فرعی گیاه کاهش یافت. به طوری که بیشترین ارتفاع و تعداد شاخه فرعی به ترتیب ۴۰/۶۶ سانتی متر و ۱۷/۵۰ به دست آمد و با افزایش ظرفیت زراعی مقادیر کاهش یافتند (شکل ۱-الف و ب).

در این فرمول Chl a و Chl b و Chl T و Car به ترتیب غلظت کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها می‌باشد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقدار رنگیزه‌ها بر حسب میلی‌گرم بر میلی لیتر گیاه بیان گردید. وزن تر و خشک بوته هم با استفاده از ترازوی دیجیتال با ۰/۰۰۰۱ خطا اندازه‌گیری شد. برای این کار پنج بوته از هر کدام از گلدان‌ها انتخاب و وزن تر و خشک بوته اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک ریشه و بوته ابتدا در آن در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد خشک کرده بعد از چهار ساعت وزن آن اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته پنج بوته انتخاب و ارتفاع آنها را اندازه‌گیری و ارتفاع پنج بوته را با هم جمع کرده و تقسیم بر پنج شد و در نتیجه اندازه ارتفاع هر گلدان به دست آمد. عمل استخراج اسانس از شاخه و برگ خشک گیاه نعنای فلفلی و توسط دستگاه اسانس گیر و از روش آرمجو (۲۰۱۰) استفاده سپس بر حسب وزن خشک گیاه، درصد اسانس تعیین شد. عملکرد اسانس نیز از حاصل ضرب درصد اسانس در وزن خشک شاخه و برگ گیاه محاسبه شد. تجزیه

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر تنش خشکی (ظرفیت زراعی) و اسید سالیسیلیک بر صفات رشدی نعنای فلفلی

Table 2- Analysis of variance, the effect of drought stress (field capacity) and salicylic acid on the growth traits of peppermint

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع بوته	تعداد شاخه در بوته	طول شاخه فرعی	تعداد گره شاخه	وزن تر بوته	وزن خشک بوته	وزن تر ریشه
بلوک	۲	ns ۱۲/۸۷	ns ۲/۱۶	ns ۰/۳۰	ns ۰/۲۹	ns ۶/۶۱	ns ۰/۹۳	ns ۲/۱۳
تنش خشکی	۳	** ۹۰/۳۳	** ۳۰/۸۸	** ۱۱/۷۸	** ۱۲۹/۰۴	** ۵۶۰/۰۷	** ۳۱/۸۵	* ۷۰/۴۴
اسید سالیسیلیک	۱	ns ۲۰/۱۶	ns ۱۶/۶۶	** ۴/۵۰	** ۳۰/۳۷	** ۲۵۸/۵۲	** ۹/۳۵	* ۱۴۴/۳۵
تنش خشکی x اسید سالیسیلیک	۳	ns ۱۷/۱۶	ns ۰/۵۵	* ۲/۵۹	ns ۸/۷۰	* ۵۴/۱۳	** ۰/۳۲	ns ۸/۵۶
خطای آزمایشی	۱۴	۷/۵۴	۳/۷۸	۰/۵۲	۳/۱۹	۱۰/۴۳	۰/۸۳	۱۷/۷۰
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۱/۲۰	۲۲/۰۲	۳۱/۶۰	۱۷/۳۷	۱۵/۴۰	۱۵/۲۰	۲۴/۲۹

**، * و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و غیر معنی دار

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر تنش خشکی (ظرفیت زراعی) و اسید سالیسیلیک بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و اسانس نعناع فلفلی

Table 3- Analysis of variance, the effect of drought stress (field capacity) and salicylic acid on photosynthetic pigments and peppermint essential oil

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				عملکرد اسانس	درصد اسانس
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئیدها		
بلوک	۲	ns, ۰/۶۲	ns, ۰/۷۳	*, ۰/۶۶	ns, ۰/۰۰۱	ns, ۰/۱۴	ns, ۱۴/۸۴
تنش خشکی	۳	** ۱۱/۴۵	** ۴/۴۵	** ۲۷/۹۸	** ۰/۳۰	** ۶/۱۸	** ۷۹۵/۱۵
اسید سالیسیلیک	۱	** ۱۲/۷۰	ns ۱/۳۹	** ۲۲/۴۲	** ۱/۲۴	** ۱/۱۹	** ۱۱۸/۱۹
تنش خشکی × اسید سالیسیلیک	۳	** ۳/۸۰	** ۵/۵۴	** ۱۸/۱۲	ns ۰/۰۲	** ۰/۴۲	* ۵۰/۲۱
خطای آزمایشی	۱۴	۰/۴۹	۰/۶۰	۰/۱۹	۰/۰۵	۰/۰۳	۱۳/۱۷
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۰/۵۲	۱۹/۷۰	۳/۳۶	۴۰/۹۶	۹/۳۸	۲۲/۷۹

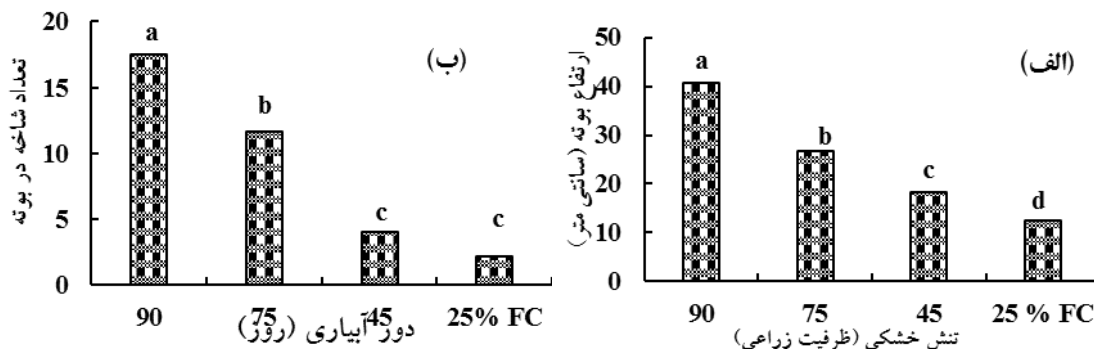
*** و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و غیر معنی دار

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی (ظرفیت زراعی) و اسید سالیسیلیک بر صفات اندازه‌گیری شده نعناع فلفلی

Table 4- Comparison of the mean interactions of drought stress (field capacity) and salicylic acid on the measured traits of peppermint

تنش زراعی (ظرفیت زراعی)	اسید سالیسیلیک	طول شاخه فرعی (سانتی‌متر)	وزن تر بوته (گرم)	وزن خشک (گرم)	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم وزن تر)	درصد	عملکرد اسانس (گرم در وزن خشک بوته)
۹۰	کاربرد	a ۵/۶۶	a ۳۹/۴۲	a ۹/۹۰	a ۹/۱۰	a ۶/۱۸	a ۱۵/۲۸	a ۳/۸۳	a ۳۸/۰۸
۹۰	عدم کاربرد	b ۲/۹۶	b ۲۷/۸۶	b ۸/۰۳	ab ۸/۲۷	b ۳/۷۸	b ۱۲/۰۵	a ۳/۹۳	b ۲۶/۲۰
۷۵	کاربرد	bc ۹/۰۲	b ۲۸/۷۷	bc ۶/۷۱	d ۵/۵۴	d ۳/۰۲	d ۸/۵۶	b ۲/۷۰	c ۱۸/۲۶
۷۵	عدم کاربرد	cd ۱/۶۶	c ۱۶/۸۰	cd ۵/۹۷	bc ۷/۱۸	bc ۴/۴۶	b ۱۱/۶۵	b ۲/۶۱	cd ۱۲/۱۹
۴۵	کاربرد	cd ۱/۵۰	c ۱۶/۹۱	cd ۵/۷۷	d ۴/۶۱	c ۳/۱۸	c ۷/۸۰	d ۱/۲۴	d ۱۱/۰۶
۴۵	عدم کاربرد	cd ۱/۶۶	c ۱۵/۳۰	d ۴/۵۶	c ۶/۸۲	b ۴/۶۶	b ۱۱/۴۸	bc ۲/۳۰	d ۱۰/۴۵
۲۵	کاربرد	d ۱/۱۶	d ۱۱/۹۱	ed ۴/۰۷	d ۴/۴۶	e ۲/۱۸	f ۷/۶۴	d ۱/۳۵	e ۵/۱۵
۲۵	عدم کاربرد	d ۱/۱۶	d ۱۰/۷۹	f ۲/۹۰	bc ۷/۲۵	b ۴/۰۹	c ۱۰/۸۴	c ۲/۰۶	d ۵/۹۷

در هر ستون و در هر عامل آزمایشی میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

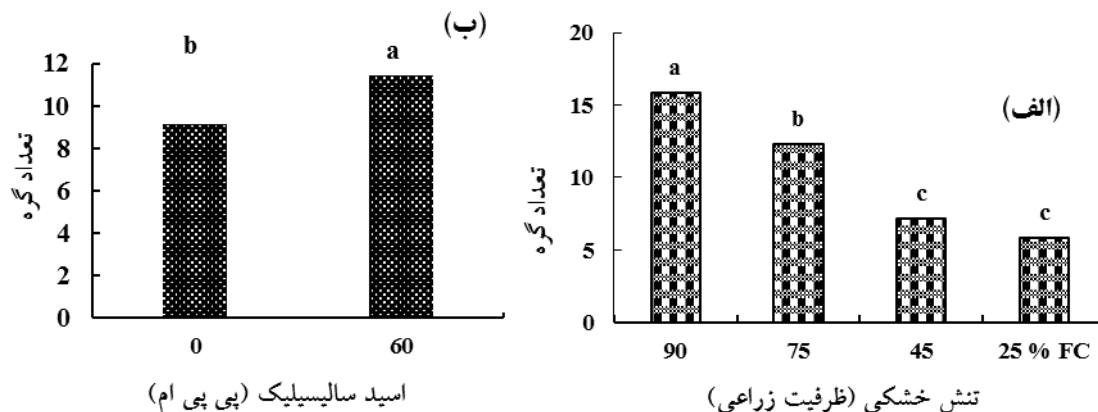


شکل ۱- مقایسه میانگین اثر ساده تنش خشکی (ظرفیت زراعی) بر ارتفاع بوته (الف) و تعداد شاخه در بوته (ب) در نعناع فلفلی (تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند)

Fig 1- Comparison of the mean simple effect of drought stress (field capacity) on plant height(A) and Number of branches per plant(B) In peppermint (treatments with at least one letter in common are not significantly different from each other)

تعداد گره: نتایج تجزیه واریانس صفت تعداد گره در سطح یک درصد فقط تحت تأثیر اثر ساده تنش و هورمون قرار گرفت (جدول ۲). نتایج نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش تعداد گره نعنای فلفلی شده به طوری که بیشترین (۱۵/۸۳) و کمترین (۵/۸۳) تعداد گره به ترتیب مربوط شرایط طبیعی (۹۰ درصد ظرفیت زراعی) و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی بود. همچنین مقایسه میانگین اثر ساده اسید سالیسیلیک نشان دهنده افزایش تعداد گره نعنای فلفلی نسبت به کاربرد اسید سالیسیلیک بود (شکل ۲-ب).

طول شاخه فرعی: نتایج نشان داد طول شاخه فرعی گیاه در سطح آماری یک درصد تحت تأثیر اثرات ساده تنش خشکی و اسید سالیسیک و در سطح ۵ درصد تحت تأثیر اثرات متقابل تنش خشکی×سالیسیلیک اسید قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد، بر هم‌کنش تنش خشکی در اسید سالیسیلیک، بیشترین طول شاخه فرعی بوته (۵/۶۶ سانتی‌متر) در شرایط ۹۰ درصد ظرفیت زراعی و کاربرد اسید سالیسیلیک و کمترین طول شاخه فرعی (۱/۱۶ سانتی‌متر) در شرایط ۲۵ درصد ظرفیت زراعی و عدم کاربرد اسید سالیسیلیک حاصل گردید (جدول ۴).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر ساده تأثیر تنش خشکی (ظرفیت زراعی) (الف) و اسید سالیسیلیک (ب) بر تعداد گره نعنای فلفلی (تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند)

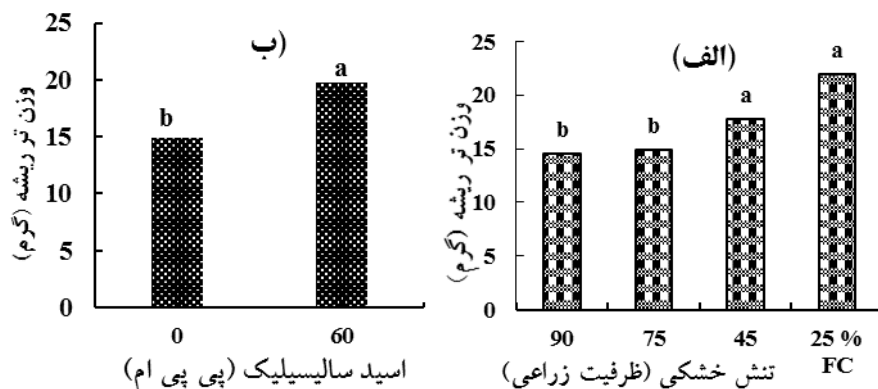
Fig 2- Comparison of the mean simple effect of drought stress (field capacity)(A) and salicylic acid(B) on the number of peppermint knots (treatments with at least one letter in common are not significantly different from each other)

گرم در شرایط ۹۰ درصد ظرفیت زراعی و کاربرد هورمون به دست آمد (جدول ۴). وزن تر و خشک ریشه: بیشترین مقدار وزن تر و خشک ریشه مربوط به تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی و کمترین مقدار نیز مربوط به تیمار ۹۰ درصد ظرفیت زراعی بود که با تیمارهای ۷۵، ۴۵ و ۲۵

وزن تر و خشک بوته: بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها وزن تر و خشک گیاه تحت تأثیر اثر ساده تنش خشکی و اسید سالیسیلیک و اثرات متقابل تنش× اسید سالیسیلیک قرار گرفتند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد بالاترین وزن تر و خشک گیاه به ترتیب با میانگین ۴۰ و ۱۰

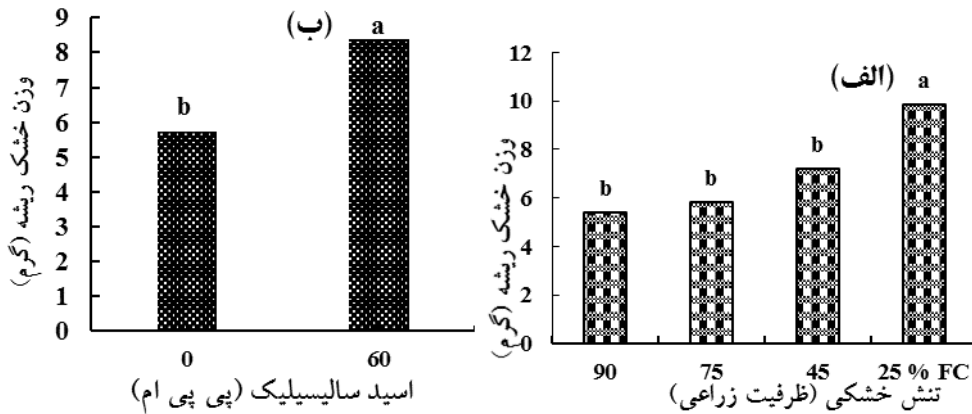
میانگین تیمارها بر آفتابگردان نشان داد که بیشترین ارتفاع ساقه مربوط به دور آبیاری ۵۰ میلی‌متر از تشتک تبخیر بود (Dolat Abadi et al., 2014). نتایج آزمایش چمنی و همکاران (۲۰۱۶) بر گیاه زیتنی دارویی پروانش نشان داد که تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید سالیسیلیک با بیشترین تأثیر روی قطر ساقه اصلی (به میزان ۶/۷۲ میلی‌متر) به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد دارای اثرات مثبت و قابل توجهی بود. این نتایج نشان می‌دهد که رفتار ریشه گیاه متأثر از تنش رطوبتی خاک بوده و با افزایش تنش رطوبتی به عنوان عامل محدود کننده، ریشه‌ها به دنبال رطوبت بوده و در اعماقی که رطوبت بیشتری در دسترس بوده است، توسعه بیشتری یافته‌اند و به طبع آن وزن ریشه هم بیشتر می‌شود (Rad et al., 2009). همچنین بیشترین وزن تر و خشک ریشه از کاربرد هورمون اسید سالیسیلیک به دست آمد (شکل ۳-الف و ۴-ب).

درصد ظرفیت زراعی تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۳-الف و ۵-ب). که با نتایج سودائی‌زاده و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد. نتایج آزمایشی بر گیاه زیتنی دارویی پروانش نشان داد که غلظت‌های ۱۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید سالیسیلیک بیشترین تأثیر را روی ارتفاع گیاه داشت. گزارش شده است که اسید سالیسیلیک تقسیم سلولی را درون مریستم رأسی گیاهچه افزایش می‌دهد و از این طریق رشد گیاه را بهبود می‌بخشد (Chamani et al., 2016). حسین و همکاران (۲۰۰۷) یک افزایش در ارتفاع گیاهچه، تعداد برگ و وزن خشک ریشه و ساقه گیاه ذرت در تیمار با اسید سالیسیلیک مشاهده کردند که با نتایج ما مطابقت داشت. همچنین نتایج ما با نتایج مردانی و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت داشت. آنها گزارش کردند افزایش غلظت اسید سالیسیلیک در تنش خشکی باعث افزایش ارتفاع گیاه شد. احتمال می‌رود اسید سالیسیلیک باعث افزایش جذب عناصر شود که در نهایت موجب افزایش ارتفاع گیاه می‌شود (Chamani et al., 2016). نتایج مقایسه



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر ساده تأثیر تنش خشکی (ظرفیت زراعی) (الف) و اسید سالیسیلیک (ب) بر وزن تر ریشه نعناع فلفلی (تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند)

Fig 3- Comparison of the mean simple effect of drought stress (field capacity)(A) and salicylic acid(B) on roots fresh weight of peppermint (treatments with at least one letter in common are not significantly different from each other)



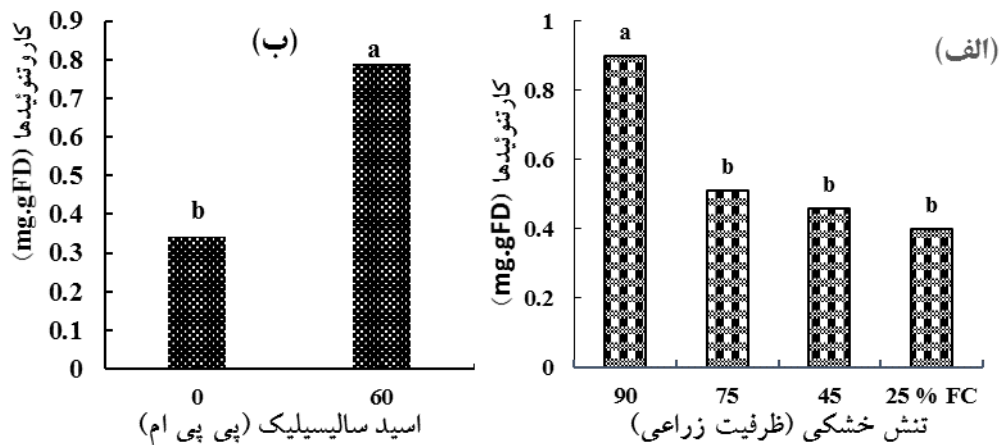
شکل ۴- مقایسه میانگین اثر ساده تنش خشکی (ظرفیت زراعی) (الف) و اسید سالیسیلیک (ب) بر وزن خشک ریشه نعناع فلفلی (تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند)

Fig 4- Comparison of the mean simple effect of drought stress (field capacity)(A) and salicylic acid(B) on roots dry weight of peppermint (treatments with at least one letter in common are not significantly different from each other)

الف). بیشترین مقدار کاروتنوئیدها از کاربرد ۶۰ پی پی ام اسید سالیسیلیک مشاهده گردید (شکل ۵- ب). کلروفیلها مهم ترین رنگدانه های جذب کننده نور در غشاهای تیلاکوئیدی می باشند. علاوه بر کلروفیلها، گیرنده های مکمل نوری دیگری به نام کاروتنوئیدها وجود دارند که پلی هیدروکربن های اشباع نشده ای می باشند که ۲ تا ۴ درصد وزن خشک کلروپلاستها را تشکیل داده و قادر به جذب نور در طول موجی هستند که توسط کلروفیلها جذب نمی شوند (Harmut and Babani, 2000). یکی از مهم ترین دلایل کاهش کلروفیل، تخریب آنها توسط گونه های فعال می باشد. کاهش فعالیت فتوسیستم II، کاهش فعالیت آنزیم رویسکو و مهار سنتز ATP، باعث می شود که تشکیل گونه های اکسیژن آزاد در کلروپلاستها افزایش یابد (Lawlor and Cornic, 2002). ال تایپ (۲۰۰۵) از افزایش معنی دار محتوای کلروفیلی و کاروتنوئیدی در شرایط محلول پاشی

رنگیزه های فتوسنتزی: کلروفیل a، b و کل: رنگدانه های فتوسنتزی نیز مانند سایر صفات تحت تاثیر تنش و هورمون قرار گرفتند (جدول ۳). با توجه به اثرات متقابل تنش و اسید سالیسیلیک، بیشترین مقدار کلروفیل a (۹/۱۰ میلی گرم بر گرم وزن تر)، b (۶/۱۸ میلی گرم بر گرم وزن تر) و کل (۱۵/۲۸ میلی گرم بر گرم وزن تر) از ۹۰ درصد ظرفیت زراعی و کاربرد اسید سالیسیلیک به دست آمد (جدول ۴). کاروتنوئیدها: کاروتنوئیدها نیز تحت تاثیر تنش خشکی و اسید سالیسیلیک اسید در سطح یک درصد قرار گرفت این در حالی است که تحت تاثیر اثرات متقابل قرار نگرفت (جدول ۳). با توجه به مقایسه میانگین تنش موجب کاهش کاروتنوئیدها شد به طوری که بیشترین مقدار کاروتنوئیدها در شرایط ۹۰ درصد ظرفیت زراعی حاصل گردید این در حالی است که سطوح دیگر تنش تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۵-

محیطی می‌گردد. در آزمایشی که بر گیاه انیسون انجام شد نشان داد با پیشرفت تنش، محتوای کلروفیل و نسبت کلروفیل a به کلروفیل b کم شد (Asadi Kawan et al., 2010).



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر ساده تنش خشکی (ظرفیت زراعی) (الف) و اسید سالیسیلیک (ب) بر کاروتنوئیدهای نمناع لفللی (تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند)

Fig 5- Comparison of the mean simple effect of drought stress (field capacity)(A) and salicylic acid(B) on Carotenoids content of peppermint (treatments with at least one letter in common are not significantly different from each other)

و ترکیب‌های قندی مانند ساکارز، فروکتوز و فروکتان‌ها می‌کند تا شرایط لازم برای ادامه حیات آن فراهم شود (Arazmjoo et al., 2010). تحقیقات نشان داده که اعمال تنش خشکی در دو گونه ریحان شیرین و آمریکایی، درصد اسانس افزایش می‌یابد. تنش خشکی درصد اسانس غالب گیاهان دارویی را افزایش می‌دهد، چون در زمان تنش متابولیت‌های بیشتری تولید شده و این مواد باعث جلوگیری از اکسیداسیون در سلول می‌شوند (Farahani et al., 2008). افزایش مؤلفه‌های رویشی مانند تعداد برگ و سطح برگ و فعالیت‌های فتوسنتزی شدید در برگ‌های جوان منجر به افزایش دسترسی مسیرهای بیوسنتزی تولید کننده اسانس به فیتوآسیمیلات‌ها و در نهایت افزایش محتوا و عملکرد اسانس خواهد

اسید سالیسیلیک گزارش کرده و نتیجه این امر را افزایش سرعت فتوسنتز دانسته است. می‌توان نتیجه گرفت که حفظ غلظت کلروفیل در شرایط دشوار محیطی، به ثبات فتوسنتز در این شرایط کمک کرده و سبب کاهش خسارت‌های وارده به گیاه در تنش‌های

درصد و عملکرد اسانس: نتایج نشان داد درصد و عملکرد اسانس در سطح آماری یک درصد تحت تأثیر اثرات ساده و اثرات متقابل قرار گرفتند (جدول ۳). نتایج برهم‌کنش اثرات دوگانه تنش در اسید سالیسیلیک نشان داد، در شرایط تنش ۹۰ درصد ظرفیت زراعی و کاربرد اسید سالیسیلیک، بالاترین درصد و عملکرد را موجب شد ولی با افزایش تنش درصد و عملکرد اسانس کاهش یافت (جدول ۴). همواره همراه با افزایش شدت تنش، میزان اسانس افزایش نمی‌یابد، زیرا در تنش‌های شدیدتر، گیاه بیشتر مواد فتوسنتزی خود را صرف تولید ترکیب‌های تنظیم کننده اسمزی از جمله پرولین، گلاسیسین، بتائین

(ظرفیت زراعی) را کاهش دهد و تأثیر مثبتی بر این صفات داشته باشد. در مجموع با توجه به نتایج حاصله به نظر می‌رسد کاربرد اسید سالیسیلیک می‌تواند سبب بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی نعناع فلفلی باشد. همچنین کاربرد اسید سالیسیلیک در شرایط وجود تنش خشکی (ظرفیت زراعی) منجر به دستیابی به میزان و درصد اسانس مطلوب گردید. به طوری که کاربرد اسید سالیسیلیک و تنش ۹۰ درصد ظرفیت زراعی بالاترین میزان درصد اسانس و عملکرد اسانس را داشت.

منابع

- 1) Abdul Jaleel, C., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Somasundaram R. and Panneerselvam, R. 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11: 100-105.
- 2) Arazmjoo, A., Heidari, M. and Ghanbari, A. 2010. Effect of drought stress and fertilization on yield and quality of German chamomile. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 12(2): 100-111.
- 3) Asadi Kawan, J., Ghorbali, M. and Sataee A. 2010. Effect of drought stress and external ascorbate on photosynthetic pigments, flavonoids, phenolic compounds and lipid peroxidation in anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 25 (4): 456-469.
- 4) Atanassova, M., Georgieva, S. and Ivancheva, K. 2011. Total phenolic and total flavonoid contents, antioxidant capacity and biological contaminants in medicinal herbs. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 46 (1): 81-88.
- 5) Bhatt, R.M., and Srinivasa-Rao, N.K. 2005. Influence of podload response of okra to water stress. *Indian Journal Plant Physiology*, 10: 54-59.

شد (Sifola and Barbieri, 2006). نتایج مشابهی در ارتباط با اثر فاکتورهای مؤثر بر رشد رویشی و ارتباط آنها با افزایش عملکرد و محتوای اسانس توسط حسن پور اقدام و همکاران (۲۰۰۸) گزارش شده است. افزایش میزان اسانس در اثر محلول‌پاشی گیاهان با اسید سالیسیلیک ممکن است در اثر افزایش رشد رویشی، جذب مواد غذایی بیشتر توسط ریشه‌ها به دلیل افزایش فعالیت‌های فتوسنتزی گیاه و همچنین تغییر در جمعیت غده‌های تولید کننده اسانس در برگ و گل‌ها باشد (Gharib, 2007). در آزمایش حسن‌زاده و همکاران (۲۰۱۷) بر گیاه دارویی بادرنجبویه در بین غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک، عدم کاربرد اسید سالیسیلیک کمترین درصد اسانس و غلظت ۲-۱۰ مولار اسید سالیسیلیک دارای بیشترین درصد اسانس (۰/۴۲۹ درصد)، در بین تیمارها بود. شواهد زیادی بر افزایش چند برابری متابولیت‌های ثانویه تحت تنش‌های محیطی وجود دارد، اما برخی تحقیقات نیز نشان می‌دهد که این تأثیر همیشگی نیست و در مواردی حتی کاهش میزان متابولیت‌های ثانویه تحت شرایط تنش‌های محیطی دیده می‌شود (Ramakrishna and Ravishankar, 2011).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد تنش خشکی (ظرفیت زراعی) موجب کاهش ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، طول شاخه فرعی، وزن تر و خشک بوته، محتوای کلروفیل a، کلروفیل b، کل و کاروتنوئیدها و درصد اسانس و عملکرد اسانس نعناع فلفلی شده و کاربرد اسید سالیسیلیک توانست اثرات تنش خشکی

- The Medicinal Plant Industry CRC Press, pp, 43-57.
- 16) Haghshenas, G. and Eskandari, M. 2012. 28-hoborazinolide Effect on growth parameters and essential oil yield of dill. *Journal of Plant Ecophysiology*, 41-29.
 - 17) Harmut, K.L. and Babani, F. 2000. Detection of photosynthetic activity and water stress by imaging the red chlorophyll fluorescence. *Plant Physiol. Biochem.* 38: 889-895.
 - 18) Hashemi-Dezfouli, A., Koucheiki, A. and Banayan, M. 1995. Increase crops yield. Mashhad University, Press, 287 p.
 - 19) Hassanpouraghdam, M.B., Tabatabaie, S.J. and Nazemiyeh, H. and Aflatuni, A. 2008. N and K nutrition levels affect growth and essential oil content of costmary (*Tanacetum balsamita* L.). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 6 (2): 145-149.
 - 20) Hassanzadeh, K., Ahmadi, M. and Shaban, M. 2014. Effect of pre-treatment of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) seeds on seed germination and seedlings growth under salt stress. *Inter. Journal Plant, Ani. Environ Science*, 4: 3. 260-265.
 - 21) Hassanzadeh, K., Hemmati, K. and Alizadeh, M. 2017. Effect of organic and salicylic acid on yield and some secondary metabolites of *Melissa officinalis* L. *Journal of Plant Production Research*, 23 (1): 107-130.
 - 22) Hussein, M.M., Balbaa, L.K. and Gaballah, M. 2007. Salicylic acid and salinity effects on growth of maize plants. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3: 321-328.
 - 23) Jaafar, H.Z.E., Ibrahim, M.H. and Fakri, N.F.M. 2012. Impact of soil field water capacity on secondary metabolites, phenylalanine ammonia-lyase (PAL), malondialdehyde (MDA) and photosynthetic responses of malaysian kacip fatimah (*Labisia pumila*). *Molecules*, 17: 7305-7322.
 - 24) Kang, G. 2003. Salicylic acid changes activities of H₂O₂ metabolizing and increase the chilling tolerance of banana seedling. *Envi. Exper. Botany*, 50: 9-15.
 - 6) Chamani, A., Bonyadi, M. and Ghanbari, R. 2016. Effect of salicylic acid and humic acid on vegetative Indices of ornamental Plant (*Catharanthus roseus* L.). *Journal of Horticulture*. 29 (4): 631-641.
 - 7) Dolat Abadi, S., Armin, M. and Fillakash, A. 2014. Effect of time of foliar application of salicylic acid on sunflower yield in drought stress conditions. *Journal of Agricultural Research*, 5 (2): 177-189.
 - 8) Ebrahimi, M., Zamani, G. and Alizadeh, V.Z. 2018. Effect of drought stress on physiological traits and yield (*Calendula officinalis* L.). *Iranian Journal of Medicinal Plants and Herbs Research Journal*, 33 (3): 492-508.
 - 9) EL-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation*, 45:215-224.
 - 10) Farahani, H.A., Valadabadi, A. and Rahmani, N. 2008. Effects of nitrogen on oil yield and its component of *Calendula* (*Calendula officinalis* L.) in drought stress conditions. *African Journal of Traditional. Complementary and Alternative medicines. Abstracts of the World Congress on Medicinal and Aromatic Plants*. Cape Town November, 364p. (In Persian).
 - 11) Gharib, F.A.E. 2007. Effect of salicylic acid on the growth, metabolic activities and oil content of basil and marjoram. *Inter. Journal of Agricultural Biology*, 9: 2. 294-301.
 - 12) Gregg, A. and Howe, B. 2010. The roles of hormones in defense against insect and disease. *Plant Hormones* springer, 646-680.
 - 13) Gul, P. 1994. Seasonal variation of oil and menthol content in *Mentha arvensis* Linn. *Pakistan Journal of Forestry*, 44: 16-20.
 - 14) Gunes A., Inal, A. and Alpaslan, M. 2005. Effects of exogenously applied salicylic acid on the induction of multiple stress tolerance and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.). *Archives Agronomy Soil Science*, 51: 687-695.
 - 15) Gupta, R. 1991. Agrotechnology of Medicinal Plants. In Wijesekera ROB (ed)

- 33) Nematollahi, A., Jafari, A.R. and Bagheri, A. R. 2014. Effect of drought stress and salicylic acid on photosynthetic pigments and nutrient uptake of sunflower cultivars (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Plant Ecophysiology*, 5 (12): 37-51.
- 34) Rad, M., Mirhosseini, S.R., Meshkouh, M.A. and Soltani, M. 2009. Effect of soil moisture on the development of *haloxylon* spp. *Journal of Forest and Poplar Research*, 16: 112-123.
- 35) Ramakrishna, A. and Ravishankar, G.A. 2011. Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant Signaling and Behavior*, 6: 1720-1731.
- 36) Sifola, M.I. and Barbieri, G. 2006. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. *Scientia Horticulturae*, 108: 408-413.
- 37) Sodaee Zadeh, H., Shamsai, M., Tumilian, M., Mirmohammadi Meybodi, S.A.M. And Hakim Zadeh, M.A. 2017. Effect of Drought stress on some morphological and physiological traits of satureja (*Satureja hortensis*). *Process and Plant Function*, 5 (15): 1-12.
- 38) Vikrant, V., Grover, J.K., Tandon, N., Rathi, S.S. and Gupta, N. 2006. Treatment with extracts of *Momordica charantia* and *Eugenia jambolana* prevents hyperglycemia and hyperinsulinemia in fructose fed rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 76(2): 139-43.
- 39) Wendell, K.L., Wilson, L. and Jordan, M.A. 1993. Mitotic block in hela cells by vinblastine: ultrastructural changes in kinetochore-microtubule attachment and centrosomes. *Journal Cell Science*, 104: 261-274.
- 40) Xu, L., Han, L. and Huang, B. 2011. Antioxidant Enzyme Activities and Gene Expression Patterns in Leaves of Kentucky bluegrass in Response to Drought and Post-drought Recovery. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 136(4):247-261.
- 41) Yuan, S. and Lin, H.H. 2008. Role of salicylic acid in plant abiotic stress. *Z. Naturforsch*, 63: 313-320.
- 25) Kovacik, J., Gruz, J., Backor, M., Strand, M. and Repečak, M. 2009. Salicylic acid induced changes to growth and phenolic metabolism in *Matricaria chamomilla* plant. *Plant cell Rep*, 28: 135-143.
- 26) Lawlor, D.W. and Cornic, G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants affected by N fertilization. *Agronomy Journal*, 73-583-587.
- 27) Lichtenthaler, H.K. 1982. Synthesis of prenyllipids in vascular plants (including chlorophylls, ca-rotenoids, prenylquinones). In *CRC Handbook of Biosolar Resources*, Vol. I, part I: Basic Principles (A. Matsui and C.C. Black, eds.) pp. 405-421. CRC Press, Boca Raton, Fla.
- 28) Majnoun Hosseini, N. and Devazdah Imami, S. 2008. Farming and production of some medicinal and medicinal herbs. Tehran University Press.
- 29) Mardani H. and Azizi, M. 2011. Effects of Salicylic acid Application on Morphological and Physiological Characteristics of Cucumber Seedling (*Cucumis sativus* cv. Super Dominus) under drought Stress. *Journal of horticulture science*. 25(3):320-326 (in Persian with English abstract).
- 30) Martin-Mex R. and Larqué-Saavedra, A. 2001. Effect of salicylic acid in clitoria (*Clitoria ternatea* L.) bioproductivity in Yucatan, México. 28th Annual Meeting. Plant Growth Regulation Society of America. Miami Beach Florida, USA. July 1-5.
- 31) Mona, Y., Kandil, M.A.M. and Swaefy Hend, M.F. 2008. Effect of three different compost levels on fennel and salvia growth character and their essential oils. *Reserch Journal Agricultural Biology Science*, 4: 34-39.
- 32) Mortazavi, S.N., Khodabandlu, F. and Azamii, M.H. 2017. Effect of Different Concentrations of Cyocelle and Salicylic Acid on Morphophysiological Traits of Cauliflower Ornamental. *Journal of Horticultural Science*. 30 (4): 590-596.