DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijmapr.2016.106834

دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۲، شماره ۳، صفحه ۵۵۴-۵۴۳ (۱۳۹۵)

تأثیر کاربرد اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اسانس بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.) در شرایط تنش خشکی

طه ایزان[۱]، فریبرز شکاری[۲] و یوسف نصیری[۳*]

۱- کارشناس ارشد، اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان پیرانشهر، ایران

۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، ایران

۳*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، ایران

پست الکترونیک: ysf_nasir@yahoo.com؛ ysf_nasiri@maragheh.ac.ir

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۳ تاریخ اصلاح نهایی: تیر ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۴

چکیده

بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.) گیاهی یک‌ساله و معطر از تیره نعناعیان است که در طب سنتی و نوین، در درمان برخی از ناراحتی‌های گوارشی، قلبی و عروقی کاربرد دارد. به‌منظور بررسی اثر اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اسانس بادرشبی در شرایط تنش خشکی، آزمایشی مزرعه‌ای در ایستگاه تحقیقاتی اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان پیرانشهر در سال ۱۳۹۱ به‌صورت کرت‌های خردشده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اصلی شامل سه سطح آبیاری (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) و سه سطح افشانه کردن با اسید سالیسیلیک (۰، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار)، به‌عنوان عامل فرعی بودند. نتایج نشان داد که اثر تنش خشکی بر عملکرد خشک، وزن هزاردانه، شاخص برداشت سرشاخه گلدار و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. مشابه آن در تأثیر افشانه کردن اسید سالیسیلیک بر عملکرد خشک و عملکرد اسانس نیز دیده شد. شایان ذکر است که عملکرد خشک و عملکرد اسانس بیشترین تأثیر را از تنش خشکی متحمل شدند. به‌علاوه، وزن هزاردانه و شاخص برداشت سرشاخه گلدار در تیمار آبیاری ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک بیشترین مقدار را نشان دادند. نتایج این پژوهش همچنین نشان داد که اثر متقابل دو فاکتور مورد بررسی بر درصد اسانس و شاخص برداشت اسانس معنی‌دار بود. به‌طوری که، بیشترین درصد اسانس و شاخص برداشت اسانس مربوط به کاربرد میزان ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک بودند.

واژه‌های کلیدی: *Dracocephalum moldavica* L.، اسید سالیسیلیک، اسانس، خشکی، شاخص برداشت.

مقدمه

از میان محدودیت‌های زیست محیطی که رشد و تولید محصولات کشاورزی را در سرتاسر جهان تحت تأثیر قرار می‌دهند، تنش خشکی سهم بیشتری دارد، به‌طوری که تخمین زده‌اند سالانه حدود ۴۵٪ از زمین‌های کشاورزی جهان در معرض کم‌آبی و یا خشکسالی قرار دارند (Bot *et al.*, 2000؛ Farooq *et al.*, 2009). پاسخ گیاهان به تنش‌های محیطی به گونه و یا ژنوتیپ گیاهی، طول دوره مجاورت با تنش، شدت تنش، سن و مرحله نموی گیاه بستگی دارد (Rampino *et al.*, 2006). کمبود آب با تأثیر بر تورم سلولی (باز و بسته

شدن روزنه‌ها)، می‌تواند فرایندهای فتوسنتزی، تنفس و تعرق را تحت تأثیر قرار دهد. همچنین، با تأثیر بر فرایندهای آنزیمی که به‌طور مستقیم با قابلیت آب کنترل می‌شوند، بر رشد گیاه اثر منفی خواهد گذاشت (Kafee *et al*., 2000). در شدت‌های بیشتر تنش خشکی، رخدادهایی همانند کاهش شدید فتوسنتز، اختلال در فرایندهای فیزیولوژیکی، توقف رشد و سرانجام خشک شدن و مرگ گیاه روی می‌دهد (Alizadeh, 2004). نتایج پژوهش‌های گوناگون نشان می‌دهد که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار تولید ماده خشک گیاه و برخی دیگر از صفات زراعی گیاه ازجمله عملکرد و اجزای عملکرد خواهد شد (Shabanzadeh & Galavi, 2011؛ Pirzad *et al*., 2012؛ Aziz *et al*., 2008؛ Sani & Aliabadi Farahani, 2010). Bettaieb و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که کمبود آب تأثیرات متفاوتی بر مقادیر اسیدهای چرب، عملکرد اسانس و ترکیب‌های اسانس گیاه مریم‌گلی دارد، به‌طوری که در همین زمینه، تنش متوسط عملکرد اسانس را افزایش داد. در آزمایشی دیگر Bahreini nejad و همکاران (۲۰۱۴) افزایش درصد اسانس و کاهش ارتفاع بوته، وزن تر و خشک گیاه، طول و وزن خشک ریشه و عملکرد اسانس آویشن را در شرایط بروز تنش خشکی گزارش کردند. در پونه تنش‌های خشکی و شوری باعث کاهش صفات رشدی گیاه ازجمله طول ساقه و ریشه، تعداد برگ، تعداد ساقه‌های فرعی، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد اسانس شد ولی درصد اسانس در شرایط تنش افزایش نشان داد (Saljooghian Pour & Ebrahimi, 2014). بروز تنش خشکی از ۱۰۰ تا ۴۵ درصد ظرفیت زراعی باعث کاهش معنی‌دار درصد اسانس و عملکرد اسانس نعناع فلفی گردید (Khorasaninejad *et al*., 2011). Andalibi و Nouri (۲۰۱۴) نیز کاهش هدایت روزنه‌ای و مزوفیلی برگ، سرعت فتوسنتز و تعرق برگ و درصد اسانس رازیانه را در اثر بروز تنش شدید گزارش کردند.

اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنلی طبیعی تنظیم‌کننده رشد درون‌زای گیاهی است که به‌عنوان یک مولکول پیام‌رسان، فرایندهای فیزیولوژیکی متعددی در گیاهان مانند رشد، فتوسنتز و بعضی از فرایندهای متابولیکی را تنظیم می‌کند (Raskin, 1992؛ Khan *et al*., 2012). تحقیقات زیادی نقش مهم اسید سالیسیلیک در تعدیل اثرات انواع تنش‌های زیستی و غیرزیستی را در گیاهان تأیید کرده‌اند (Malamy *et al*., 1990؛ El-Tayeb, 2005؛ Abreu & Munné-Bosch, 2008). در رابطه با تنش خشکی، مطالعات نشان می‌دهد گیاهانی که با اسید سالیسیلیک تیمار شده‌اند به‌طور کلی مقاومت بهتری نسبت به کم‌آبی از خود نشان می‌دهند (Kadioglu *et al*., 2011). البته القای بردباری به انواع تنش‌ها در گیاهان، از راه تیمار با اسید سالیسیلیک و مشتقات آن در زراعت، باغبانی و جنگل‌داری امکان‌پذیر می‌باشد (Senaranta *et al*., 2000). لازم به یادآوری است که تنش خشکی به‌صورت افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی بر یاخته‌های گیاه تأثیر گذاشته، به‌طوری که بر پایه گزارش منابع مختلف یکی از ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی مهم در گیاهان، اسید سالیسیلیک می‌باشد و احتمال دارد که کاربرد برون‌زای آن بتواند در کاهش تنش‌های زنده و محیطی نقش داشته باشد (Senaranta *et al*., 2000؛ Baghizadeh *et al*., 2009؛ Sawada *et al*., 2006). در این مورد Alam و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که در خردل کاربرد برون‌زای اسید سالیسیلیک در شرایط تنش خشکی باعث تقویت دفاع آنتی‌اکسیدانتی گیاهان می‌شود و آنها را نسبت به شرایط خشکی مقاوم می‌سازد. افزایش فعالیت آنزیم‌های تنش آنتی‌اکسیدانتی آویشن همانند کاتالاز، پراکسیداز، اسکوربات پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز در شرایط خشکی با کاربرد اسید سالیسیلیک توسط Bahari و همکاران (۲۰۱۵) گزارش شده است. علاوه‌بر این، ثابت شده‌است که اسید سالیسیلیک به‌طور معنی‌داری نشت یونی و انباشت یون‌های سمّی را در گیاهان کاهش داده (Sheng Zhou *et al*., 2009؛ Krantev *et al*., 2008؛ Hayat *et al*., 2010) و باعث کاسته شدن از اثرات تنش‌های محیطی از راه افزایش هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد ازجمله اکسین‌ها و سیتوکسین‌ها می‌شود (Shakirova *et al*., 2003). نتایج پژوهش‌های Moradi Marjane و Goldani (۲۰۱۱) در همیشه‌بهار و Hesami و همکاران (۲۰۱۲) در گشنیز حکایت از آن دارد که

کاربرد اسید سالیسیلیک در شرایط تنش خشکی باعث افزایش وزن خشک گیاه می‌گردد. Abd El-Lateef Gharib (۲۰۰۶) افزایش درصد و عملکرد اسانس ریحان و مرزنجوش را با کاربرد اسید سالیسیلیک گزارش کرد. در مریم‌گلی افزایش عملکرد اسانس با مصرف ۲۰۰ و یا ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید سالیسیلیک نسبت به شاهد گزارش شده است (Rowshan *et al*., 2010). در ریحان محلول‌پاشی با غلظت‌های ۱ تا ۳ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک باعث افزایش درصد اسانس و عملکرد اسانس شد (Ramroudi & Khomr, 2013). Arzandi (۲۰۱۴) هم گزارش کرد که اسید سالیسیلیک باعث افزایش وزن خشک گیاه، طول ریشه، مقدار پرولین و کلروفیل برگ و درصد اسانس گشنیز شد.

بادرشبی (بادرشبو) با نام علمی *Dracocephalum moldavica* گیاهی علفی و یک‌ساله از تیره نعناعیان است که بومی آسیای مرکزی بوده و در مرکز و شرق اروپا اهلی شده و تابعیت پیدا کرده‌است. در این گیاه، تمام اندام‌های بوته دارای اسانس می‌باشند ولی مقدار آن در اندام‌های مختلف گیاه متفاوت است. به‌طوری که گل و اندام‌های رویشی بادرشبی (برگ‌ها و ساقه‌های جوان) از بیشترین درصد اسانس برخوردار می‌باشند (Omidbaigi, 2011). این گیاه در تهیه غذا و چایی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌عنوان یک گیاه دارویی در درمان ناراحتی‌های معده، اختلال کبدی، سردرد، دندان درد و احتقان (Dastmalchi *et al*., 2007)، درمان بیماری‌های قلبی و عروقی، فشار خون بالا، آسم و برونشیت مزمن (Zeng *et al*., 2010) کاربرد دارد. به‌علت حضور ژرانیول و سیترات در اسانس، بادرشبو خواص آرام‌بخشی نیز دارد (Martínez-Vázquez *et al*., 2012).

با توجه به گسترش معضل خشکی در کشورمان و تأثیرات مهم این تنش در کاهش عملکرد گیاهان و همچنین با در نظر داشتن اثرات سودمند و مثبت تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در کاهش اثرات سوء تنش و ایجاد تغییرات ارزشمند در کمّیت و کیفیت فراورده‌های گیاهان دارویی، این پژوهش به‌منظور بررسی اثر اسید سالیسیلیک بر عملکرد و تولید اسانس بادرشبی در شرایط کمبود آب انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان پیرانشهر با طول جغرافیایی ′۳۶ و °۵۱، عرض جغرافیایی ′۵۷ و °۴۰ و ارتفاع ۱۴۲۰ متر از سطح آب‌های آزاد اجرا شد. میانگین بارندگی سالیانه در این منطقه ۷۲۳ میلی‌متر، بیشینه و کمینه دما به‌ترتیب ۳۹ و ۱۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی آن ۷۳ گزارش شده است. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه سطح تنش خشکی (۴۰ (شاهد)، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A)، به‌عنوان عامل اصلی و سه سطح افشانه‌کردن با اسید سالیسیلیک ($C_7H_6O_3$) با مارک شرکت مرک آلمان (۰، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار)، به‌عنوان عامل فرعی، در سه تکرار اجرا شد. پس از آماده‌سازی زمین و کرت‌بندی مزرعه، بذرهای بادرشبی تهیه شده از شرکت پاکان بذر اصفهان، به‌صورت مستقیم در زمین اصلی در تاریخ ۳۰ خردادماه ۱۳۹۱ کشت شدند. کاشت به‌صورت جوی و پشته‌ای انجام شد و ابعاد کرت‌های آزمایشی ۲ در ۳ متر، فاصله ۳۰ سانتی‌متر بین پشته‌ها و ۱۵ سانتی‌متر بین بوته‌ها و عمق کاشت بذرها حدود ۰/۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. پس از انجام عملیات کاشت، آبیاری کرت‌ها به‌صورت نشتی انجام گردید. اِعمال تیمارهای اسید سالیسیلیک به‌صورت افشانه کردن، طی دو مرحله ساقه‌روی و قبل از ظهور گل‌های بادرشبی انجام شد. تیمارهای تنش خشکی نیز حدود یک هفته پس از نخستین مرحله افشانه کردن اسید سالیسیلیک شروع گردید. به‌طور کلی هر ۷ تا ۱۰ روز با توجه به اطلاعات حاصل از تشتک تبخیر، آبیاری کرت‌های مورد نظر انجام شد. برداشت در مرحله گلدهی کامل و با حذف حاشیه‌ها انجام شد. بلافاصله پس از برداشت، بوته‌های برداشت شده در سایه خشک شدند و با توزین آنها عملکرد خشک بدست آمد. نسبت بین بخش اقتصادی (قابل فروش) و وزن خشک کل (عملکرد بیولوژیکی) گیاه، شاخص برداشت گیاه محسوب می‌شود (پیرزاد و همکاران، ۱۳۹۱). با تقسیم وزن سرشاخه‌های گلدار در هر کرت بر عملکرد خشک و ضرب کردن آن در ۱۰۰، شاخص برداشت سرشاخه گلدار محاسبه

شد. استخراج اسانس نیز به روش تقطیر با آب و با بهره‌گیری از دستگاه اسانس‌گیر (کلونجر) فارماکوپه اروپا انجام گردید (Clevenger, 1928). ۵۰ گرم از ماده خشک به مدت ۳ ساعت در دستگاه اسانس‌گیر جوشانده شد. پس از روند فوق، اسانس گیاهی استخراج و درصد وزنی آن برآورد گردید. عملکرد اسانس نیز با ضرب عملکرد خشک در درصد اسانس نمونه خشک مربوطه محاسبه شد. شاخص برداشت اسانس با استفاده از فرمول زیر بدست آمد:

شاخص برداشت اسانس =(عملکرد اسانس /عملکرد خشک) × ۱۰۰

پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها و یکنواختی واریانس‌ها، داده‌های آزمایشی با بکارگیری نرم‌افزار MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و برای مقایسه میانگین‌های هر صفت، از روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

نتایج

عملکرد خشک

با توجه به معنی‌دار بودن اثر تنش خشکی بر عملکرد خشک (جدول ۱)، نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد خشک (۹۳۸/۷ گرم در مترمربع) مربوط به تیمار شاهد (۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) بود و تیمارهای ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌متر به‌ترتیب با ۵۰۶ و ۲۹۵/۸ گرم در مترمربع باعث کاهش ۴۶/۱ و ۶۸/۴ درصدی عملکرد خشک نسبت به شاهد شدند (جدول ۲). در این راستا، مصرف اسید سالسیلیک نیز توانست صفت عملکرد خشک را تحت تأثیر قرار دهد، به‌طوری که مصرف یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک باعث تولید بیشترین مقدار عملکرد خشک بادرشبی با میانگین (۶۳۸ گرم در مترمربع) شد که نسبت به شاهد حدود ۲۵٪ افزایش نشان داد (جدول ۳). با وجود این، بین تیمار افشانه کردن ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک با ۰/۵ میلی‌مولار آن اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

وزن هزاردانه

براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) مشاهده شد که اثر تنش خشکی در سطح احتمال ۱٪ بر وزن هزاردانه معنی‌دار بود، به‌طوری که بیشترین وزن هزاردانه از تیمار ۱۲۰ میلی‌متر (۲/۳ گرم) بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۳۴/۳٪ افزایش داشت (جدول ۲). شایان ذکر است که بین دو تیمار ۸۰ و ۴۰ میلی‌متر تبخیر، تفاوت معنی‌داری از نظر وزن هزاردانه مشاهده نشد. البته اثر اسید سالیسیلیک و همچنین اثر متقابل تنش خشکی و افشانه کردن با اسید سالیسیلیک بر وزن هزاردانه غیرمعنی‌دار بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس افشانه کردن سالیسیلیک اسید و تنش کم‌آبی بر عملکرد و اسانس بادرشبی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد خشک	وزن هزاردانه	شاخص برداشت سرشاخه گلدار	درصد اسانس	عملکرد اسانس	شاخص برداشت اسانس
تکرار	۲	۲۸۶/۸	۰/۰۱۰	۳۲/۸	۰/۰۰۱	۰/۰۳۰	۰/۰۰۱
تنش خشکی (A)	۲	۹۶۷۰۴۹/۹ **	۰/۹۳۳**	۱۹۷/۶ *	۰/۰۲۸ *	۱۱/۱۸ **	۰/۰۲۸ *
خطای اصلی	۴	۱۵۹۳۶/۱	۰/۰۱۳	۲۲/۹	۰/۰۰۳	۰/۲۳	۰/۰۰۳
اسید سالیسیلیک (B)	۲	۳۷۲۳۲/۱ *	۰/۰۰۶ ns	۲۲/۱ ns	۰/۰۱۶ **	۲/۱۲ **	۰/۰۱۶ **
A × B	۴	۱۲۳۰۶/۱ ns	۰/۰۱۱ ns	۹۱/۱ ns	۰/۰۰۳ *	۰/۱۹۳ ns	۰/۰۰۳ *
خطای فرعی	۱۲	۷۲۵۱	۰/۰۲۷	۶۲/۷	۰/۰۰۱	۰/۱۶۸	۰/۰۰۱
درصد ضریب تغییرات	-	۱۴/۶۸	۸/۵۸	۱۳/۹۶	۶/۳۴	۱۶/۳۳	۶/۳۴

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر تنش خشکی بر عملکرد و درصد اسانس بادرشبی

سطح تنش خشکی (تبخیر از تشتک) (میلی‌متر)	عملکرد خشک (گرم در مترمربع)	وزن هزاردانه (گرم)	شاخص برداشت سرشاخه گلدار (٪)	عملکرد اسانس (گرم در مترمربع)
۴۰	۹۳۸/۷ a	۱/۷ b	۵۴ b	۳/۷۱ a
۸۰	۵۰۶ b	۱/۸ b	۵۶/۵ ab	۲/۳۲ b
۱۲۰	۲۹۵/۸ c	۲/۳ a	۵۹ a	۱/۵۱ c

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند در سطح ۹۵٪ با آزمون دانکن با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثر اسید سالیسیلیک بر وزن خشک بوته بادرشبی

اسید سالیسیلیک (میلی‌مولار)	عملکرد خشک (گرم در مترمربع)	عملکرد اسانس (گرم در مترمربع)
صفر	۵۱۰/۹ c	۱/۹۸۹ b
۰/۵	۵۹۱/۶ ab	۲/۶۰۳ a
۱	۶۳۸ a	۲/۹۴۷ a

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند در سطح ۹۵٪ با آزمون دانکن با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

شاخص برداشت سرشاخه گلدار

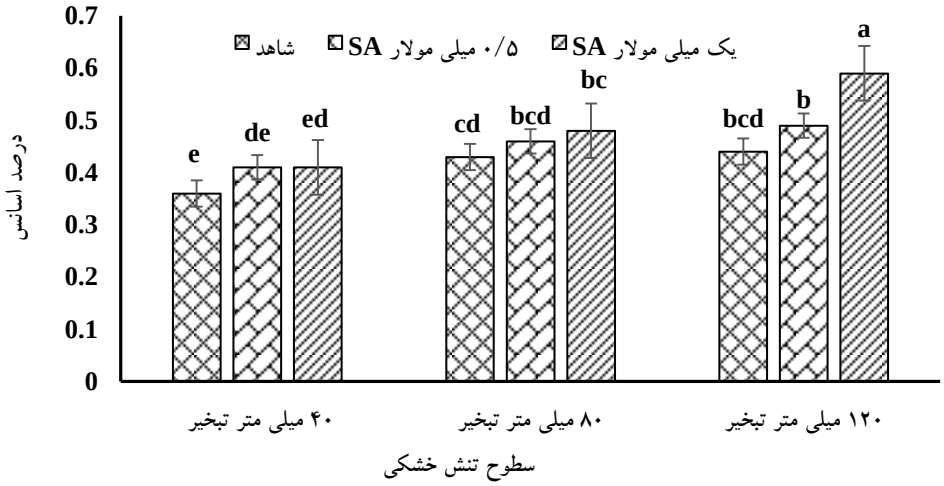
در این پژوهش تنش خشکی توانست با تأثیر بر صفت شاخص برداشت سرشاخه گلدار موجب افزایش آن گردد (جدول ۱). در این رابطه، بیشترین مقدار به‌ترتیب مربوط به تیمار ۱۲۰ (۵۹٪) و ۸۰ (۵۶/۵٪) و کمترین آن مربوط به تیمار ۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک بود (۵۴٪). این در حالیست که بین دو تیمار ۴۰ و ۸۰ میلی‌متر تبخیر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲). البته اسید سالیسیلیک و اثر متقابل آن با تنش خشکی اثر معنی‌داری بر این صفت نداشتند.

درصد اسانس

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی (جدول ۱)، مشاهده شد که اثر متقابل تنش خشکی و اسید سالیسیلیک بر درصد اسانس بادرشبی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. در این راستا، بیشترین درصد اسانس متعلق به تیمار ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک و افشانه کردن ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بود. افشانه کردن سطوح مختلف اسید سالیسیلیک در تیمار خشکی شاهد بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر، در پایین‌ترین سطح قرار گرفت (شکل ۱). به بیان دیگر، اسید سالیسیلیک کارکرد بهینه خود را در شرایط تنش‌زا در این مورد نمایان کرد.

عملکرد اسانس

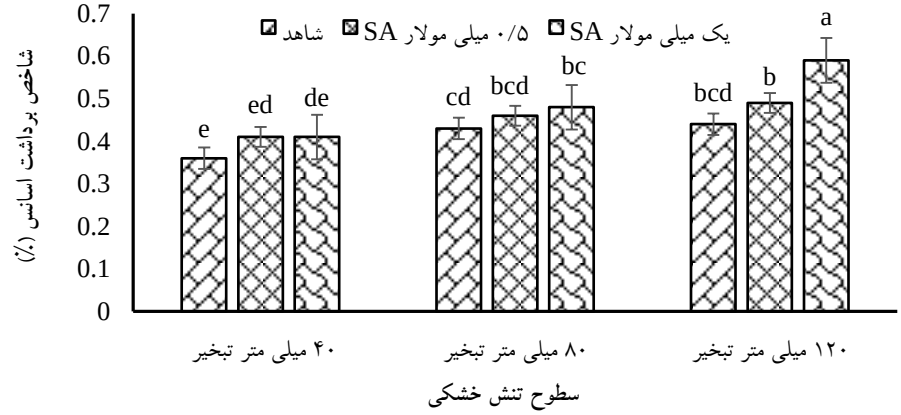
در مورد عملکرد اسانس که بیانگر میزان اسانس استحصالی در واحد سطح زمین می‌باشد آشکار گردید که بیشترین مقدار آن متعلق به تیمار شاهد بود (۳/۷۱ گرم در مترمربع) و سطوح تنشی ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به‌ترتیب با کاهش ۳۷/۵ و ۵۹/۳ درصدی عملکرد اسانس در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۲). نتایج همچنین حکایت از آن دارد که افشانه‌کردن اسید سالیسیلیک در دو سطح ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر به‌طور میانگین باعث افزایش ۳۹/۵ درصدی عملکرد اسانس بادرشبی نسبت به شاهد شد (جدول ۳).



شکل ۱- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل خشکی و اسید سالیسیلک بر درصد اسانس بادرشبی

SA: اسید سالیسیلیک

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند در سطح ۹۵٪ با آزمون دانکن با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۲- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل خشکی و اسید سالیسیلک بر شاخص برداشت اسانس بادرشبی

SA: اسید سالیسیلیک

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند در سطح ۹۵٪ با آزمون دانکن با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

شاخص برداشت اسانس

با توجه به اینکه همه اندام‌های هوایی بادرشبی دارای اسانس می‌باشد، از این‌رو نتایج حاصل از این پارامتر همانند نتایج درصد اسانس بود (شکل ۲).

بحث

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که عملکرد خشک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت، به‌گونه‌ای که با افزایش شدت تنش، مقدار این صفت به شکل چشم‌گیری کاهش یافت. کمبود آب با تأثیر منفی بر باز و بسته شدن روزنه‌ها و فعالیت‌های آنزیمی گیاه، فرایندهای فتوسنتزی، تنفس و تعرق گیاه را مختل می‌کند و در نتیجه رشد گیاه و تولید ماده خشک را کاهش می‌دهد (Andalibi & Nouri, 2014؛ Kafee *et al*., 2000). Hirasawa و Hsiao (۱۹۹۹) بیان کردند که تولید ماده خشک گیاه همبستگی نزدیکی با سطح برگ و سرعت

فتوسنتز آن داشته و برای رسیدن به مقادیر بیشتر ماده خشک لازم است که سرعت فتوسنتز، با حفظ سطح برگ در سرتاسر فصل رشد بالا نگه داشته شود. Munne-Bous و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که تنش خشکی موجب القای تنش اکسیداتیو در گیاه و پیری برگ‌ها خواهد شد. از این‌رو، این امر نیز می‌تواند از دلایل کاهش عملکرد بیولوژیکی گیاه به‌شمار آید. البته کاهش عملکرد خشک یا زیست‌شناختی گیاه، در اثر تنش کمبود آب در سایر گیاهان دارویی نیز مانند سیاه‌دانه (Shabanzadeh & Galavi, 2011)، بابونه (Pirzad *et al.*, 2012)، آویشن (Aziz *et al.*, 2008) و گشنیز (Sani & Aliabadi Farahani, 2010) گزارش شده‌است. علاوه‌بر این، نتایج حاصل نشان داد که عملکرد خشک با کاربرد مقادیر گوناگون اسید سالیسیلیک افزایش می‌یابد. Khan و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که افشانه‌کردن ذرت و سویا با اسید سالیسیلیک به افزایش سرعت فتوسنتز می‌انجامد. Sheng Zhou و همکاران (۲۰۰۹) نیز چنین نتیجه‌ای را گزارش دادند و بیان کردند که کاربرد اسید سالیسیلیک باعث افزایش جذب دی‌اکسیدکربن توسط کلروپلاست و افزایش زمان بازماندن روزنه‌ها و در نتیجه افزایش سرعت فتوسنتز شده که آن را می‌توان توجیهی برای افزایش عملکرد خشک گیاه در اثر کاربرد اسید سالیسیلیک دانست. از طرف دیگر، اسید سالیسیلیک با القای تولید سایر هورمون‌های رشدی ازجمله اکسین و سیتوکنین (Shakirova *et al.*, 2003) می‌تواند به افزایش وزن گیاه کمک کند. افزایش وزن خشک گیاه در اثر کاربرد اسید سالیسیلیک در گیاهان دیگری ازجمله سویا (Khan *et al.*, 2003)، همیشه‌بهار (Moradi Marjane & Goldani, 2011) و گشنیز (Rahimi *et al.*, 2009؛ Hesami *et al.*, 2012؛ Arzandi, 2014) نیز گزارش شده‌است.

وزن هزاردانه بادرشبی در اثر تنش خشکی در شرایط این آزمایش افزایش یافت. بنابراین چنین به‌نظر می‌رسد که این افزایش به‌دلیل کاهش تعداد دانه ناشی از تنش باشد که در این صورت مواد فتوسنتزی صرف پر شدن تعداد دانه کمتری خواهد شد، درنتیجه وزن تک‌دانه و به‌دنبال آن وزن هزاردانه بیشتر خواهد شد. بدین‌ترتیب، نتیجه این پژوهش با گزارش‌های Golabadi و همکاران (۲۰۱۳) در گندم مطابقت دارد.

در رابطه با شاخص برداشت سرشاخه گلدار مشاهده شد که تنش ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک منجر به افزایش آن شد. از آنجایی که شاخص برداشت گل از نسبت وزن سرشاخه گلدار به عملکرد خشک محاسبه می‌گردد، از این‌رو به‌نظر می‌رسد که علت افزایش این شاخص در اثر تنش خشکی، کاهش تعداد ساقه‌های فرعی و تعداد برگ و به‌تبع آن عملکرد خشک بوته باشد (Saljooghian Pour & Ebrahimi, 2014). Alizadeh و همکاران (۲۰۰۷) اعلام کردند که تنش خشکی در ذرت با کاستن از انتقال مواد فتوسنتزی به بخش‌های رویشی گیاه موجب افزایش شاخص برداشت در این گیاه می‌گردد. نتایج حاصل از پژوهش Naderi و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که در گلرنگ اعمال تنش خشکی در شدیدترین سطح باعث افزایش شاخص برداشت شد. آنان یکی از دلایل بالا بودن شاخص برداشت را کاهش تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی همراه با افزایش شدت تنش خشکی دانستند.

درصد اسانس و شاخص برداشت اسانس بادرشبی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تنش خشکی و افشانه کردن با اسید سالیسیلیک و اثر متقابل آنها قرار گرفتند. از این نظر، کاربرد یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، بیشترین افزایش را در مقادیر این دو صفت نشان داد. واکنش گیاهان دارویی به‌شدت تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد که بر حسب آن تغییراتی را در تولید ترکیب‌هایی ازجمله آلکالوئیدها، فلاونوئیدها و اسانس‌ها از خود نشان می‌دهند (Petropoulos *et al.*, 2008). در شرایط تنش، گیاهان متابولیت‌های ثانویه بیشتری را برای واکنش و سازگاری با شرایط نامساعد تولید می‌کنند که این امر منجر به افزایش درصد اسانس خواهد شد (Gulen & Eris, 2004؛ Petropoulos *et al.*, 2008؛ Zobayed *et al.*, 2007؛ Charles *et al.*, 1990). این نتایج با گزارش‌های Pirzad و همکاران (۲۰۰۶) و Farhoudi و

Makezadeh tafti (۲۰۱۳) در بابونه، Heidari و Jahantighi (۲۰۱۲) در سیاه‌دانه همخوانی دارد. Rizopoulou و Diamantoglon (۱۹۹۱) نیز گزارش کردند که تنش رطوبتی منجر به افزایش درصد اسانس و درصد روغن مرزنجوش شد. Abd El-Lateef Gharib (۲۰۰۶) نیز افزایش درصد اسانس ریحان و مرزنجوش را با کاربرد اسید سالیسیلیک گزارش کرد.

تنش‌های خشکی ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک منجر به کاهش عملکرد اسانس نسبت به شاهد شدند. از آنجایی که عملکرد اسانس رابطه مستقیمی با وزن خشک بوته دارد، بنابراین دلیل کاهش عملکرد اسانس تحت شرایط تنش خشکی ملایم و شدید را می‌توان ناشی از کاهش عملکرد خشک دانست. البته نتایج مشابهی از اثر تنش خشکی بر عملکرد اسانس در بادرشبی (Hassani, 2006)، آویشن (Bahreini nejad *et al*., 2014) و انیسون (Heidari *et al*., 2012) گزارش شده‌است. از سوی دیگر، نتایج نشان داد که کاربرد ۰/۵ یا ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک موجب افزایش عملکرد اسانس نسبت به شاهد شد. Rowshan و همکاران (۲۰۱۰) در مریم‌گلی و Ramroudi و Khomr (۲۰۱۳) در ریحان افزایش عملکرد اسانس را با کاربرد اسید سالیسیلیک گزارش کردند.

با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش، به‌نظر می‌رسد که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد خشک بادرشبی می‌شود و از اسید سالیسیلیک می‌توان به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد برای بهبود رشد و افزایش کمّیت و کیفیت محصول بادرشبی استفاده کرد، به‌ویژه در شرایط وقوع خشکی برای افزایش شاخص برداشت اسانس از آن بهره برد.

سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر فرید شکاری به‌دلیل همکاری در استخراج اسانس و مساعدت‌های علمی دیگر کمال سپاس را داریم.

منابع مورد استفاده

- Abd El-Lateef Gharib, F., 2006. Effect of salicylic acid on the growth, metabolic activities and oil content of basil and marjoram. International Journal of Agriculture and Biology, 8(4): 485-492.
- Abreu, M.E. and Munné-Bosch, S., 2008. Salicylic acid may be involved in the regulation of drought-induced leaf senescence in perennials: A case study in field-grown *Salvia officinalis* L. plants. Environmental and Experimental Botany, 64: 105-112.
- Alam, M.M., Hasanuzzaman, M., Nahar, K. and Fujita, M., 2013. Exogenous salicylic acid ameliorates short-term drought stress in mustard (*Brassica juncea* L.) seedlings by up-regulating the antioxidant defense and glyoxalase system. Journal of Australian Crop Science, 7(7): 1053-1063.
- Alizadeh, A., 2004. Soil, Water, Plant Relationship. Astan Ghoudse Razavi, Mashhad, 470p.
- Alizadeh, O., Majidi, I., Nadian, H., Nour Mohammadi, G. and Ameriean, M., 2007. Effect of water stress and nitrogen rates on yield and components of corn (*Zea mays* L.). Journal of Agricultural Sciences, 13(3): 427-437.
- Andalibi, B. and Nouri, F., 2014. Effect of cycocel on photosynthetic activity and essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) under drought stress. Iranian Journal of Plant Biology, 22: 91-104.
- Arzandi, B., 2014. The effect of salicylic acid different levels on two *Coriandrum sativum* varieties under deficit irrigation condition. European Journal of Zoological Research, 3(1): 118-122.
- Aziz, E.E., Hendawi, S.T., Azza, E.E. and Omar, E.A., 2008. Effect of oil type and irrigation intervals on plant growth, essential oil yield and constituents of *Thymus vulgaris* plant. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 4(4): 443-450.
- Baghizadeh, A., Mahleghah, G., Haj Mohammad Rezaei, M. and Mozafari, H., 2009. Evaluation of interaction effect of drought stress with ascorbate and salicylic acid on some of physiological and biochemical parameters in okra (*Hibiscus esculentus* L.). Research Journal of Biological Sciences, 4(4): 380-387.
- Bahari, A.A., Sokhtesaraei, R., Chaghazardi, H.R., Masoudi, F. and Nazari, H., 2015. Effect of water deficit stress and foliar application of salicylic acid on antioxidants enzymes activity in leaves of *Thymus daenensis* subsp. *lancifollius*. Cercetări Agronomice în Moldova, 17(1): 57-67.
- Bahreini nejad, B., Razmjoo J. and Mirza, M., 2014. Effect of water stress on productivity and essential

Environment: A review. Environmental and Experimental Botany, 68: 14-25.
- Heidari, M. and Jahantighi H., 2012. Effect of water stress and amount of nitrogen fertilizer on grain yield, yield components, essential oils and thymoquinone content in Black Cumin (*Nigella sativa* L.) Environmental Stresses in Crop Sciences, 5(1): 33-40.
- Heidari, N., Pouryousef, M., Tavakkoli, A. and Saba, J., 2012. Effect of drought stress and harvesting date on yield and essential oil production of anise (*Pimpinella anisum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28(1): 121-130.
- Hesami, S., Nabizadeh, E., Rahimi, A. and Rokhzadi, A., 2012. Effects of salicylic acid levels and irrigation intervals on growth and yield of coriander (*Coriandrum sativum*) in field conditions. Environmental and Experimental Biology, 10: 113-116.
- Hirasawa, T. and Hsiao, T.C., 1999. Some characteristics of reduced leaf photosynthesis at midday in maize growing in the field. Field Crops Research, 62: 53-62.
- Kadioglu, A., Saruhan, N., Salam, A., Terzi, R. and Acet, T., 2011. Exogenous salicylic acid alleviates effects of long term drought stress and delays leaf rolling by inducing antioxidant system. Plant Growth Regulation, 64(1): 27-37.
- Kafee, M., Zand, E., Kamkar, B., Shareefee, H.R. and Goldanee, M., 2000. Plant Physiology (Translated). Jahad-e Daneshgahi Mashhad, Mashhad, 379p.
- Khan, M.I.R., Syeed, S., Nazar, R. and Anjum, N.A., 2012. An insight into the role of salicylic acid and jasmonic acid in salt stress tolerance: 277-300. In: Khan, N.A., Nazar, R., Iqbal, N. and Anjum, N.A., (Eds.). Phytohormones and Abiotic Stress Tolerance in Plants. Springer, New York, 308p.
- Khan, W., Prithiviraj, B. and Smith, D.L., 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. Journal of Plant Physiology, 160: 485-492.
- Khorasaninejad, S., Mousavi, A., Soltanloo, H., Hemmati, K. and Khalighi, A., 2011. The effect of drought stress on growth parameters, essential oil yield and constituent of Peppermint (*Mentha piperita* L.). Journal of Medicinal Plants Research, 5(22): 5360-5365.
- Krantev, A., Yordanova, R., Janda, T., Szalai, G. and Popova, L., 2008. Treatment with salicylic acid decreases the effect of cadmium on photosynthesis in maize plants. Journal of Plant Physiology, 165(9): 920-931.

oil content and composition of *Thymus carmanicus*. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 17(5): 717-725.
- Bettaieb, I., Zakhama, N., Aidi Wannes, W., Kchouk M.E. and Marzouk, B., 2009. Water deficit effects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition. Scientia Horticulturae, 120: 271-275.
- Bot, A.J., Nachtergaele, F.O. and Young, A., 2000. Land resource potential and constraints at regional and country levels. World Soil Resources, Reports 90, Land and Water Development Division, FAO, Rome.
- Charles, O., Joly, R. and Simon, J.E., 1990. Effect of osmotic stress on the essential oil content and composition of peppermint. Phytochemistry, 29(9): 2837- 2840.
- Clevenger, J.F. 1928. Apparatus for determination of essential oil. Journal of American Pharmacists Association, 17: 346-349.
- Dastmalchi, K., Dorman, H.G, Laakso, I. and Hiltunen, R., 2007. Chemical composition and antioxidative activity of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) extracts. LWT-Food Science and Technology, 40(9):1655-1663.
- El-Tayeb, M.A., 2005. Response of barley grain to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation, 45: 215-225.
- Farhoudi, R. and Makezadeh tafti, M., 2013. Evalution of drought stress effect on growth, yield, essential oil and chamazulene percentage of three chamomile (*Matricaria recutita* L.) cultivars in Khuzestan condition. Iranian Journal of Field Crops Research, 10(4): 735-741.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. and Basra, S.M.A., 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development, 29(1): 185-212.
- Golabadi, M., Arzani, A. and Mirmohammadi Maibody, S.A.M., 2013. Study of path coefficients analysis for grain yield and yield components in durum wheat under drought stress and non-stress conditions. Journal of Crop Production and Processing, 2(6): 167-177.
- Gulen, H. and Eris, A., 2004. Effect of heat stress on peroxidase activity and total protein content in strawberry plants. Plant Science, 166: 739-744.
- Hassani, A., 2006. Effect of water deficit stress on growth, yield and essential oil content of *Dracocephalum moldavica*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(3): 256-261.
- Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M. and Ahmad, A., 2010. Effect of Exogenous Salicylic Acid under Changing

2006. Molecular analysis of a durum wheat stay green mutant: Expression pattern of photosynthesis-related genes. Journal of Cereal Scienc, 43: 160-168.
- Ramroudi, M. and Khomr, A., 2013. Interaction effects of salicylic acid spraying and different irrigation levels on some quantity and quality traits, and osmoregulators in basil (*Ocimum basilicum*). Journal of Applied Research of Plant Ecophysiology, 1(1): 19-31.
- Raskin, I., 1992. Role of salicylic acid in plants. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 43: 439-463.
- Rizopoulou, S. and Diamantoglon, S., 1991. Water stress, induced diurnal variation in leaf water relation stomatal conductance, soluble sugar, lipids and essential oil content of *Origanum majorana*. Journal of Horticultural Science, 66: 119-125.
- Rowshan, V., Khosh Khoi, M. and Javidnia, K., 2010. Effects of salicylic acid on quality and quantity of essential oil components in *Salvia macrosiphon*. Journal of Biological and Environmental Sciences, 4(11): 77-82.
- Saljooghian Pour, M. and Ebrahimi, A., 2014. Investigation of qualitative and quantitative effects of drought and salinity stress on the pennyroyal plant. International journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2(4): 98-104.
- Sani, B. and Aliabadi Farahani, H., 2010. Effect of P_2O_5 on coriander induced by AMF under water deficit stress. Journal of Ecology and the Natural Environment, 2(4): 52-58.
- Sawada, H., Shim, I.S. and Usui, K., 2006. Induction of benzoic acid 2-hydroxilase and salicylic acid biosynthesis-modulation by salt stress factor in wheat in rice seedling. Journal of Plant Science, 171(2): 263-270.
- Senaranta, T., Teuchela, D., Bumm, E. and Dixon, K., 2000. Acetyle salicylic acid (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Journal of Plant Growth Regulation, 30: 157-161.
- Shabanzadeh, S. and Galavi, M., 2011. Effect of micronutrients foliar application and irrigation regimes on agronomic traits and yield of black cumin (*Nigella sativa* L.). Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences, 4(1): 1-9.
- Shakirova, M.F., Sakhabutdinova, A.R., Bezrukova, M.V., Fatkhutdinova, R.A. and Fatkhutdinova, D.R., 2003. Change in the hormonal status of wheat seedling induced by salicylic acid and salinity. Plant Science, 164(3): 317-322.
- Sheng Zhou, Z., Guo, K., Abdou Elbaz, A. and Min Yang, Z., 2009. Salicylic acid alleviates mercury
- Malamy, J., Carr, J.P., Klessig, D.F. and Raskin, I., 1990. Salicylic acid: a likely endogenous signal in the resistance response of tobacco to viral infection. Science, 250(4983): 1002-1004.
- Martínez-Vázquez, M., Estrada-Reyes, R., Martínez-Laurrabaquio, A., López-Rubalcava, C. and Heinze, G., 2012. Neuropharmacological study of *Dracocephalum moldavica* L. (Lamiaceae) in mice: Sedative effect and chemical analysis of an aqueous extract. Journal of Ethnopharmacology, 141: 908-917.
- Moradi Marjane, E. and Goldani, M., 2011. Evaluation of different salicylic acid levels on some growth characteristics of pot marigold (*Calendula officinalis* L.) under limited irrigation. Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences, 4(1): 33-45.
- Munne-Bous, S., Jubany-Mar, T. and Alegre, L., 2001. Drought-induced senescence is characterized by a loss of antioxidant defenses in chloroplasts. Plant, Cell and Environment, 24: 1319-1327.
- Naderi, M.R., Noor-mohammadi, G., Majidi heravan, E., Darvish, F., Shirani-Rad, A.H. and Madani, A., 2005. Evaluation of summer safflower reaction to different intensities of drought stress at Isfahan region, Iran. Journal of Crop Sciences, 7(3): 212-225.
- Omidbaigi, R., 2011. Production and Processing of Medicinal Plants (Vol. 2). Astan Quds Razavi Publication (Behnashr Company), 348p.
- Petropoulos, S.A., Dimitra, D., Polissiou, M.G. and Passam, H.C., 2008. The effect of water deficit stress on the growth, yield and composition of essential oils of parsley. Scientia Horticulturae, 115: 393-397.
- Pirzad, A., Alyari, H., Shakiba, M.R., Zehtab-Salmasi, S. and Mohammadi, A., 2006. Essential oil content and composition of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) at different irrigation regimes. Journal of Agronomy, 5(3): 451-455.
- Pirzad, A., Fayyaz Moghaddam, A., Razban M. and Raei, Y., 2012. The evaluation of dried flower and essential oil and harvest index of *Matricaria chamomilla* L. under varying irrigation regimes and amounts of super absorption polymer (A200). Journal of Sustainable Agriculture and Production Science, 22(3): 85-99.
- Rahimi, A.R., Mashayekhi, K., Hemmati, K. and Dordipour, E., 2009. Effect of salicylic acid and mineral nutrition on fruit yield and yield components of Coriander (*Coriandrum sativum* L.). Journal of Plant Production, 16(4): 149-156.
- Rampino, P., Spano, G., Pataleo, S., Mita, G., Napier, J.A., Di Fonzo, N., Shewry, P.R. and Perrotta, C.,

toxicity by preventing oxidative stress in roots of *Medicago sativa*. Environmental and Experimental Botany, 65(1): 27-34.
- Zeng, Q., Jin., H.Z., Qin, J.J., Fu, J.J., Hu, X.J., Liu, J.H., Yan, L., Chen, M. and Zhang, W.D., 2010. Chemical constituents of plants from the genus *Dracocephalum*. Chemistry and Bioviversity, 7(8): 1919-1929.
- Zobayed, S.M.A., Afreen, F. and Kozai, T., 2007. Phytochemical and physiological changes in the leaves of St. John's wort plants under a water stress condition. Environmental and Experimental Botany, 59(2): 109-116.

Effects of salicylic acid application on yield and essential oil content of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) under drought stress conditions

T. Izan[1], F. Shekari[2] and Y. Nasiri[3*]

1- M.Sc., Department of Natural Resources and Watershed of Piranshahr City, Piranshahr, Iran
2- Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
3*- Corresponding author, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran, E-mail: ysf_nasir@yahoo.com; ysf_nasiri@ maragheh.ac.ir.

Received: November 2014 Revised: July 2015 Accepted: July 2015

Abstract

Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.), belonging to the Lamiaceae family, is an annual and aromatic plant, which is used in traditional and modern medicine in the treatment of gastrointestinal and cardiovascular disorders. In order to evaluate the effect of salicylic acid on yield and essential oil of Moldavian balm under drought stress conditions, a field experiment was conducted as a split plot based on randomized complete blocks design with three replications at the Department of Natural Resources and Watershed of Piranshahr City in 2012. The main factor was irrigation at three levels (40, 80 and 120 mm evaporation from pan), and the sub factor was plant spraying with salicylic acid at three levels (0, 0.5 and 1 mM). Results showed that the effect of drought stress on dry yield, thousand seed weight, harvest index of flowering stem, and essential oil yield was significant. Similar results were obtained for the effect of plant spraying with salicylic acid on dry weight and essential oil yield. It should be noted that dry yield and essential oils yield were most affected by drought stress. In addition, the highest values of thousand seed weight and harvest index of flowering stem was related to the irrigation treatment of 120 mm evaporation. The present study results also showed that the interaction effect of two factors studied on essential oil percentage and essential oil harvest index was significant. In this regard, the maximum amount of essential oil and essential oil harvest index belonged to application of 1 mM salicylic acid in irrigation treatment of 120 mm evaporation from pan.

Keywords: *Dracocephalum moldavica* L., salicylic acid, essential oil, harvest index, drought stress.