

## تأثیر سالیسیلیک اسید و سایکوسل بر درصد و عملکرد اسانس و ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه بادرشبویه (*Dracocephalum moldavica* L.) در شرایط تنش خشکی

علی جلالوند<sup>۱\*</sup>، بابک عندلیبی<sup>۲</sup>، افشین توکلی<sup>۲</sup>، پرویز مرادی<sup>۴</sup>

۱. دکترای زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

۲. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

۳. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

۴. بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۱/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۰۹

### چکیده

به منظور بررسی اثرات سالیسیلیک اسید و سایکوسل بر ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه دارویی بادرشبویه در شرایط تنش کم‌آبی پژوهشی در بهار سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان به اجرا درآمد. آزمایش به صورت کرت‌های خردشده با دو عامل سطوح رطوبتی و تنظیم‌کننده‌های رشد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. عامل اصلی سطوح رطوبتی در دو سطح بدون تنش (آبیاری کامل تا انتهای دوره رشد)، تنش خشکی (آبیاری کامل تا قبل از شروع گلدهی و قطع آبیاری قبل از شروع گلدهی تا انتهای دوره رشد) اجرا شد. عامل فرعی سطوح مختلف سالیسیلیک اسید (۸۰۰ و ۱۶۰۰ میکرومولار)، سایکوسل (۶۰۰ و ۱۲۰۰ میکرومولار) و شاهد (محلول پاشی با آب مقطر) اعمال شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب دوساله نشان داد که اثر متقابل مرحله نمونه‌برداری در سال در رطوبت برای صفات محتوای نسبی آب برگ، دمای کانوپی، درصد اسانس، عملکرد اسانس، وزن تر بوته و وزن خشک بوته در سطح احتمال یک درصد کاملاً معنی‌دار گردید. میانگین اثر متقابل تنظیم‌کننده رشد در مرحله نمونه‌برداری نشان داد که تیمار سالیسیلیک اسید ۸۰۰ میکرومولار در مرحله انتهای گلدهی ( $H_3B_1$ ) بیشترین درصد اسانس (۰/۳۷) و تیمار سایکوسل ۶۰۰ میکرومولار (۰/۱۶) در مرحله شروع گلدهی ( $H_1B_2$ ) کمترین درصد اسانس را دارا بودند. این نتیجه بیانگر روند افزایشی درصد اسانس در مراحل نمو گیاه بود. در شرایط تنش خشکی عملکرد اسانس به علت کاهش وزن تر و وزن خشک بوته کاهش می‌یابد. نتایج نشان داد که سایکوسل ۱۲۰۰ میکرومولار در شرایط تنش خشکی از طریق افزایش وزن تر و وزن خشک بوته موجب افزایش عملکرد اسانس گردید.

واژه‌های کلیدی: بادرشبویه، تنش کم‌آبی، عملکرد اسانس، محتوای نسبی آب برگ

### مقدمه

دوسوم از وسعت ایران را مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل می‌دهد، یکی از مسائل مهمی که باید مورد توجه قرار گیرد تنش خشکی در طول فصل رشد گیاه است (Sarmadnia and Kochehi, 1995) و در این بین، شناخت واکنش‌های متفاوت گیاهان دارویی به کمبود آب از اهمیت خاصی برخوردار است (Heidari, 2012). گیاه بادرشبویه

در میان عوامل محدودکننده طبیعی، کمبود آب مهم‌ترین عاملی است که به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان از راه‌های گوناگون باعث محدودیت کاشت و کاهش محصولات غذایی می‌شود. آب یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی است که تأثیر عمده‌ای بر رشد، نمو و مواد مؤثره گیاهان دارویی دارد (Zho et al., 2009). با توجه به اینکه

شرایط تنش خشکی از طریق کاهش هدایت روزنه‌ای و کاهش سرعت تعرق موجب کاهش هدر رفت آب و افزایش محتوای نسبی آب برگ شد و سبب افزایش عملکرد و درصد اسانس در گیاه دارویی رازیانه گردید (Andlibi and Nori, 2014). با توجه به نیمه حساس بودن گیاه بادرشبو به شرایط کم‌آبی و اهمیت گیاه دارویی بادرشبو به مصرف گسترده آن در صنایع مختلف، این پژوهش به منظور ارزیابی دو ترکیب شیمیایی اسید سالیسیلیک و سایکوسل بر روند تغییرات خصوصیات فیزیولوژیکی و اسانس این گیاه در مراحل مختلف نموی در شرایط تنش کم‌آبی به اجرا درآمد.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان واقع در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۴ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۵۷۷ متر در سطح دریا با متوسط بارش سالانه ۲۷۰ تا ۳۳۰ میلی‌متر به صورت کرت‌های خردشده با چهار تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. عامل اصلی سطوح رطوبتی در دو سطح بدون تنش (آبیاری کامل تا انتهای دوره رشد)، تنش خشکی (آبیاری کامل تا قبل از شروع گلدهی و قطع آبیاری قبل از شروع گلدهی تا انتهای دوره رشد) اجرا شد. عامل فرعی سطوح سالیسیلیک اسید (۸۰۰ و ۱۶۰۰ میکرو مولار)، سایکوسل (۶۰۰ و ۱۲۰۰ میکرو مولار) و شاهد (محلول پاشی با آب مقطر) اعمال شد. نمونه‌برداری صفات فیزیولوژیکی و اسانس گیاه در مراحل نموی شروع گلدهی، گلدهی کامل و انتهای گلدهی انجام گرفت. پس از یک شخم و دیسک پاییزه، در فروردین ماه هر دو سال کرت‌هایی به طول دو و عرض یک متر تهیه گردید. ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۵۰ کیلوگرم در هکتار اکسید فسفر و ۸۰ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاس در فصل زمستان قبل از کشت گیاهان به‌عنوان مقادیر کود پایه در مزرعه استفاده شد (Yousefzadeh et al., 2010). بذور اکوتیپ بومی بادرشبو که از شرکت گیاهان دارویی زرین گیاه ارومیه تهیه گردیده بودند در تاریخ ۲۰ اردیبهشت در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان کشت گردید. در هر کرت چهار ردیف کشت با فاصله بین ردیف ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بین خطوط ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته

(*Dracocephalum moldavica* L.) با نام‌های فارسی بادرشبی، بادرشبو، بادرشبو به و شاطر امرزه (Mozhaffrian, 2003)، گیاهی علفی، بومی آسیای مرکزی و اهلی‌شده در مرکز و شرق اروپا است (Cutt and Klessig, 1992). از عصاره بادرشبو به برای رفع سردرد، سرماخوردگی، ضعف عمومی بدن، به‌عنوان مسکن در دردهای عصبی و اسپاسم‌های معدوی و کلیوی، برای شستشوی دهان و درد دندان و خاصیت ضد توموری استفاده می‌شود (Hussein et al., 2006). سالیسیلیک اسید (SA) از نظر شیمیایی، متعلق به گروه بسیار متنوع فنل‌های گیاهی است که دارای یک حلقه آروماتیک به همراه یک گروه هیدروکسیل با مشتقات وابسته-اش است (Raskin, 1992). در آزمایشی که بر روی گیاه گشنیز انجام گرفت محلول پاشی سالیسیلیک اسید موجب افزایش انتی‌اکسیدانت‌ها و افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی و افزایش اسانس شد (Naderi et al., 2015). کاربرد سالیسیلیک اسید در شرایط تنش خشکی در گیاه دارویی رازیانه موجب کاهش نشت الکترولیت شد اما محتوای نسبی آب برگ، کلروفیل، کاروتنوئیدها و عملکرد دانه را افزایش داد (Salarpur Ghorba and Frahbakhsh, 2016). در گیاه گلرنگ با مصرف اسید سالیسیلیک محتوای نسبی آب برگ نسبت به تیمار عدم مصرف اسید سالیسیلیک افزایش یافت (Sibi et al., 2011). محلول پاشی سالیسیلیک اسید ۱۶۰۰ میکرومولار در گیاه رازیانه موجب افزایش عملکرد دانه و عملکرد اسانس در شرایط تنش خشکی شد (Mohtashemi et al., 2015). محلول پاشی سالیسیلیک اسید در شرایط تنش خشکی موجب افزایش عملکرد و درصد اسانس در گیاهان دارویی گلرنگ، بادرشبو به و سیاه‌دانه شد (Amiri et al., 2017; Hassan zadeh et al., 2016; Jami et al., 2015). کلرمکوات کلراید<sup>۱</sup> یا سایکوسل<sup>۲</sup> از گروه ترکیبات اونیومی<sup>۳</sup> بوده و از پرمصرف‌ترین کندکننده‌های رشد گیاهی<sup>۴</sup> به‌ویژه در اروپا است و امروزه جهت کاهش خوابیدگی و کنترل رشد رویشی گیاهان زراعی کاربرد فراوانی پیدا کرده است (شکاری و همکاران، ۱۳۸۴). استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند سایکوسل باعث افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های زیستی و غیر زیستی می‌شود و به‌عنوان یک استراتژی برای جلوگیری از اثرات مخرب تنش‌های محیطی به‌حساب می‌آید (Singh and Usha, 2003). سایکوسل در

<sup>3</sup> Oniome compounds

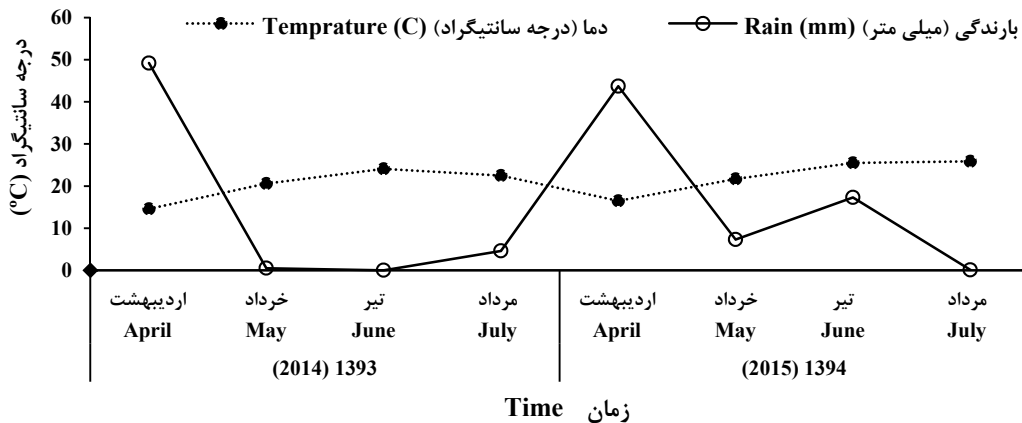
<sup>4</sup> Plant Growth Retardants

<sup>1</sup> Chloroethyl trimethyl ammonium chloride

<sup>2</sup> Cycocel

رشد گیاه به‌ویژه در مراحل اولیه که جوانه‌زنی و رشد بادرشوبویه کند بود، مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی و مداوم انجام شد.

شد و روی آن‌ها توسط ماسه نرم و مرطوب به ضخامت حدود یک سانتی‌متر پوشانیده شد. گیاهان سبز شده در دو مرحله ۲ تا ۴ برگگی تنک شدند (Soroori et al., 2013). آبیاری به‌صورت نشتی هر سه روز یک‌بار انجام گردید، در مراحل



شکل ۱. میانگین دما (درجه سانی‌گراد) و بارش (میلی‌متر) ماهیانه در طول دوره رشد گیاه بادرشوبویه در زنجان

Fig. 1. Monthly averages of temperature (°C) and rainfall (mm) during growth of *D. moldavica* in Zanjan

جدول ۱. نتایج تجزیه خاک محل آزمایش

Table 1. Soil analysis results

نیترژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	هدایت الکتریکی	عمق نمونه	رطوبت وزنی در حد	جرم مخصوص	بافت
N	P	K	EC	Depth	FC	Special Weight	Texture
(%)	-----mg.kg <sup>-1</sup> -----		ds/m	(cm)	(%)	g.cm <sup>-3</sup>	
0.12	13.4	267	13.86	7.54	0-30	22.56	1.564
							لومی شنی Silty loam

### دمای کانوبی

در سه مرحله شروع گلدهی، گلدهی کامل و انتهای گلدهی وقتی که گیاهان تحت شدت‌های مختلف تنش قرار گرفتند، دمای برگ کلیه تیمارها از ساعت ۱۳/۳۰ تا ۱۵ که کاهش آب به حداکثر رسیده بود (Pinter et al., 1990; Wanjura et al., 2004) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌ها با دماسنج لیزری (Minitemp-Laser-Radiation مدل Reytek MT4) انجام گردید. دماسنج در ارتفاعی حدود ارتفاع پوشش گیاهی در مزرعه قرار داده شد (Rashid et al., 1999). سپس دمای کانوبی برای هر کرت با استفاده از رابطه زیر به دست آمد (Siddique et al., 2000).

دمای محیط - دمای برگ = دمای کانوبی

[۲]

### محتوای نسبی آب برگ

این شاخص در سه مرحله شروع گلدهی، گلدهی کامل و انتهای گلدهی هم‌زمان با برداشت اندام‌های گیاه برای استخراج اسانس انجام شد. در هر مرحله از هر واحد آزمایشی ۱۰ برگ کامل (بالاترین برگ توسعه‌یافته هر بوته) انتخاب‌شده و از قاعده پهنک بریده شدند. سپس به آزمایشگاه منتقل گردید و محتوای نسبی آب از رابطه زیر محاسبه شد (Merah, 2001).

$$100 \times \left( \frac{\text{وزن خشک} - \text{وزن تر}}{\text{وزن خشک} - \text{وزن آماسیده}} \right) = \text{محتوای نسبی آب برگ (\%)}$$

[۱]

### وزن تر و وزن خشک بوته

در مراحل شروع گلدهی، گلدهی کامل و انتهای گلدهی از هر واحد آزمایشی چند بوته به صورت تصادفی برداشت گردید و به آزمایشگاه منتقل شدند. ابتدا برگ‌ها را از بوته جدا کرده و وزن تر برگ‌ها و ساقه‌ها ثبت گردید. سپس بوته‌های هر کرت به طور جداگانه داخل یک پاکت قرار داده شدند و به آون تهویه‌دار منتقل و در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. نمونه‌های خشک‌شده، در ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ توزین گردیدند.

### استخراج اسانس

در هر یک از مراحل سه‌گانه رشد از هر کرت آزمایشی چند بوته به صورت تصادفی برداشت شد و اندام گیاهی در یک محیط سایه تحت جریان طبیعی هوا خشک گردیدند (Raghavan et al., 1994; Venskutionis et al., 1996). برای استخراج اسانس از نمونه‌های خشک‌شده، از روش تقطیر با آب و از دستگاه کلوجر مدل جایمند-رضایی استفاده شد. اسانس حاصل در داخل شیشه‌رنگی سر بسته ریخته شد و با دقت ۰/۰۰۱ توزین گردید. نمونه‌ها در یخچالی با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Yazdani et al., 2004). درصد اسانس بر اساس ۱۰۰ گرم ماده خشک گیاهی و عملکرد اسانس بر اساس گرم در مترمربع تعیین گردید.

$$[۳] \quad \text{وزن اسانس} \times 100 = \frac{\text{وزن خشک نمونه}}{\text{وزن اسانس}} \text{ درصد اسانس}$$

$$[۴] \quad \text{وزن خشک گیاه} \times \text{درصد اسانس} = \text{عملکرد اسانس}$$

قبل از انجام هر گونه تجزیه و تحلیلی، آزمون فرض نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم افزار (SAS9.4) انجام گرفت. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۴ و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

### نتایج و بحث

#### محتوای نسبی آب برگ

تجزیه مرکب دوساله نشان داد که اثر متقابل مرحله نمونه برداری در رطوبت در سال برای این صفت در سطح احتمال یک درصد کاملاً معنی‌دار بود (جدول ۲). به طوری که اعمال تنش، محتوای نسبی آب برگ را کاهش داد اما این کاهش در مرحله انتهای گلدهی بیشتر بود (جدول ۳). بررسی میانگین اثر متقابل سطوح رطوبتی در زمان نمونه برداری نشان داد که

بالاترین محتوای نسبی آب برگ با ۸۵/۲۴ درصد مربوط به تیمار شاهد در مرحله انتهای گلدهی ( $H_3C$ ) و کمترین آن با ۵۵/۱۲ درصد متعلق به تیمار تنش خشکی در مرحله انتهای گلدهی ( $H_3S$ ) بود (جدول ۴). بررسی میانگین‌های تجزیه مرکب اثر متقابل هورمون در زمان نمونه برداری نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای هورمونی در زمان برداشت برای این صفت وجود نداشت (جدول ۵). محتوای نسبی آب برگ از شروع گلدهی تا انتهای گلدهی روندی کاهشی داشت (جدول ۳).

تنش کمبود آب موجب کاهش پتانسیل آب برگ و محتوای نسبی آب برگ در گیاه گلرنگ می‌شود (Amiri et al., 2017). تنش خشکی در ریحان سبب کاهش بسیار معنی‌دار ارتفاع گیاه، وزن تر و وزن خشک ریشه و محتوای نسبی آب برگ شد (Babaei, 2011).

#### دمای کانوپی

تجزیه واریانس مرکب دوساله نشان داد که اثر متقابل مرحله نمونه برداری در رطوبت و مرحله نمونه برداری در سال در هورمون برای این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، اما اثر متقابل مرحله نمونه برداری در هورمون در رطوبت در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح رطوبتی در زمان نمونه برداری نشان داد که بالاترین دمای کانوپی (۲/۹۰- درجه سانتی‌گراد) مربوط به تیمار تنش خشکی در مرحله انتهای گلدهی ( $H_3S$ ) و پایین‌ترین (۱۱/۶۸- درجه سانتی‌گراد) مربوط به تیمار شاهد در مرحله شروع گلدهی ( $H_1C$ ) بود (جدول ۶). میانگین‌های اثر متقابل هورمون در زمان نمونه برداری نشان داد که بالاترین دمای کانوپی (۴/۴۷- درجه سانتی‌گراد) مربوط به سایکوسل ۱۲۰۰ میکرو مولار در مرحله انتهای گلدهی ( $H_3B_3$ ) و کمترین دمای کانوپی (۹/۶۶- درجه سانتی‌گراد) مربوط به تیمار سالیسیلیک اسید ۱۶۰۰ میکرومولار که در مرحله شروع گلدهی ( $H_1B_5$ ) بود (جدول ۵). سالیسیلیک اسید موجب تولید ترکیبات فنولیک در گیاه می‌شود و این ترکیبات در دیواره یاخته مانع از هدر رفت آب می‌شوند و موجب افزایش محتوای نسبی آب شده و موجب افزایش تعرق می‌شود و از این طریق دمای کانوپی را در شرایط تنش خشکی کاهش می‌دهد (Mohammadi Babazidi et al., 2013). به طوری که عندلیبی و نوری (Andlibi and Nori 2014) نیز محدودیت تعرق در اثر

شرایط تنش خشکی در گیاه رازیانه باعث کاهش هدایت روزنه‌ای و سرعت تعرق و در نتیجه کاهش هدر رفت آب از گیاه گردید، اما موجب بالا رفتن دمای برگ‌ها شد، این افزایش به حدی نبود که گیاه با تنش حرارتی آسیب ببیند (Andlibi and Nori, 2014). در بررسی‌های انجام‌شده بر روی گیاهان مختلف، افزایش دمای برگ متأثر از تنش کمبود آب، پیوسته گزارش شده است (Mayek-Perez et al., 2002; O'Neill et al., 2006; Pastenes et al., 2005).

کمبود آب را عامل افزایش دمای برگ و همچنین دمای تاج پوشش گیاه گزارش کردند. افزایش شاخص‌های رشدی مختلف از جمله وزن تر و خشک شاخساره و ریشه، ارتفاع بوته، تعداد گل‌آذین، تعداد برگ و شاخص سطح برگ و کاهش دمای کانوپی در گیاهان ریحان رشد یافته تحت تنش کم‌آبی از طریق تیمار با اسید سالیسیلیک گزارش شده است (Mohammadi Babazidi et al., 2013; Ramrud and Khoram, 2013; Kordi et al 2013).

جدول ۲. میانگین مربعات صفات مورد مطالعه در گیاه بادرشبویه طی دو سال آزمایش

Table 2. Mean of squares of studied traits in Moldavian balm in two years of experiment

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	درصد					وزن خشک dry weight	وزن تر fresh weight
			محتوی نسبی آب Relative water content	اسانس Essential oil percent	عملکرد اسانس Essential oil Yield	دمای کانوپی Canopy temperature	وزن خشک		
year (Y)	سال	1	2388.6**	0.024**	30.44**	50.60**	98.43**	137842.2**	
Error a	خطای الف	6	139.4	0.001	0.43	8.98	72.70	1867.5	
Moisture (M)	رطوبت	1	20012.7**	0.021*	37.90**	1341.72**	12236.7**	179580**	
M × Y	سال × رطوبت	1	829.6**	0.051**	9.66**	143.26**	1215.61**	7523.3**	
Error(b)	خطای ب	6	121.3	0.009	0.78	3.08	66.67	1517.6	
Growth regulator (GR)	تنظیم‌کننده رشد	4	40.9	0.005	0.38*	7.10**	34.51	915.5*	
M × GR	تنظیم‌کننده رشد × رطوبت	4	42.1	0.004	0.47*	3.44**	68.58**	2246.9**	
Y × GR	سال × تنظیم‌کننده رشد	4	18.9	0.004	0.64**	4.09**	49.81*	438.2	
Y × GR × M	سال × رطوبت × تنظیم‌کننده رشد	4	21.1	0.002	0.29	2.57*	63.97**	886.3*	
Error (c)	خطای ث	48	29.6	0.004	0.22	0.94	24.85	564.6	
Sample (S)	نمونه	2	420.8**	0.050**	26.74**	432.86**	441.98**	675.7	
SS × M	نمونه × رطوبت	2	2101.5**	0.074**	17.07**	12.68**	642.38**	12150.9**	
Y × SS	نمونه × سال	2	682.4**	0.023**	5.81**	55.55**	211.04**	1601.3*	
Y × SS × M	سال × نمونه × رطوبت	2	383.3**	0.042**	10.98**	31.78**	557.60**	8833.7**	
Error (d)	خطای د	24	79.9	0.004	0.41	2.36	78.67**	2303.9	
SS × GR	نمونه × تنظیم‌کننده رشد	8	17.9	0.006	0.10	0.80	51.79**	1907.9**	
SS × GR × M	نمونه × رطوبت × تنظیم‌کننده رشد	8	26.5	0.003	0.18	2.03*	33.59*	1528.2**	
SS × GR × Y	نمونه × سال × تنظیم‌کننده رشد	8	68.1*	0.003	0.46**	0.78	89.56**	754.0*	
SS × GR × Y × M	نمونه × سال × رطوبت × تنظیم‌کننده رشد	8	16.5	0.002	0.26	1.33	55.86**	1062.8**	
Error(e)	خطای ای	95	27.5	0.003	0.16	0.86	16.34	351.0	
CV (%)	ضریب تغییرات		7.25	21.05	28.62	12.36	16.34	21.44	

ns, \* و \*\* به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns, \* and \*\* are non-significant, significant at  $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ , respectively

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در گیاه بادرشبویه در مراحل مختلف نمونه‌برداری (نتایج دو ساله)

Table 3. Comparison of the average in different sampling stages on studied traits in Moldavian balm (two year results)

مراحل نمونه‌برداری Sampling stage	محتوای نسبی آب		عملکرد		وزن خشک	
	برگ Relative water content	اسانس Essential oil	اسانس Essential oil	دمای کانوپی Canopy temperature	تک بوته Plant dry weight	وزن تر تک بوته Plant fresh Weight
	-----(%)------		(g.m <sup>-2</sup> )	(C)	----- (g.m <sup>-2</sup> )-----	
شروع گلدهی Start flowering	74.58 <sup>a</sup>	0.19 <sup>c</sup>	17.20 <sup>c</sup>	-9.26 <sup>a</sup>	449.4 <sup>b</sup>	1791.2 <sup>a</sup>
گلدهی کامل Full flowering	72.09 <sup>ab</sup>	0.28 <sup>b</sup>	26 <sup>b</sup>	-8.40 <sup>b</sup>	490.4 <sup>ab</sup>	1679.8 <sup>a</sup>
انتهای گلدهی End flowering	70.18 <sup>b</sup>	0.35 <sup>a</sup>	40 <sup>a</sup>	-4.87 <sup>c</sup>	554 <sup>a</sup>	1771 <sup>a</sup>

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین سطوح عامل مورد بررسی در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

The same letters in each column represent no significant differences between the levels of the agent are examined at a 5% probability level.

### وزن تر بوته

تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل مرحله نمونه‌برداری در سال در رطوبت در هورمون در سطح احتمال یک درصد کاملاً معنی‌دار شدند (جدول ۲). میانگین حاصل از تجزیه مرکب نشان داد که اثر متقابل سطوح رطوبتی در زمان نمونه‌برداری نشان داد که بیشترین وزن تر بوته (۲۶۰۳ گرم در مترمربع) مربوط به تیمار شاهد در مرحله انتهای گلدهی (H<sub>3</sub>C) و کمترین میزان آن مربوط به تیمار تنش خشکی (۹۳۹ گرم در مترمربع) در مرحله انتهای گلدهی (H<sub>3</sub>S) بود (جدول ۴). میانگین اثر متقابل هورمون در زمان نمونه‌برداری نشان داد که بالاترین وزن تر (۲۸۹۳/۲ گرم در مترمربع) مربوط به تیمار سایکوسل ۱۲۰۰ میکرومولار در مرحله شروع گلدهی (H<sub>1</sub>B<sub>3</sub>) و کمترین وزن تر (۱۵۰۳/۶ گرم در مترمربع) مربوط به تیمار شاهد (آبیاری با آب مقطر) در مرحله شروع گلدهی (H<sub>1</sub>B<sub>1</sub>) بود (جدول ۵). سایکوسل موجب افزایش رشد ریشه در گیاه می‌شود و از این طریق باعث می‌شود گیاه آب بیشتری از اعماق خاک جذب کند و محتوای نسبی آب برگ افزایش می‌یابد و موجب افزایش وزن تر و وزن خشک گیاه می‌شود. تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر روی وزن تر و وزن خشک در گیاه بومادران (*Achillea millefolium* L.) داشت (Mohammadpour et al., 2015). تنش خشکی موجب کاهش وزن تر در گیاه گشنیز شد (Aflatuni, 2005). در گیاه بادرشبویه تنش ملایم خشکی به همراه ۳ تن در هکتار کود دامی بیشترین میزان اسانس را دارا بود و همچنین مشخص شد که تنش ملایم موجب افزایش اسانس و کاهش وزن تر کل و وزن خشک کل در گیاه بادرشبویه شد و با

### وزن خشک بوته

تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل مرحله نمونه‌برداری در سال در رطوبت در هورمون برای وزن خشک بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح رطوبتی در زمان نمونه‌برداری نشان داد که بیشترین وزن خشک (۷۵۳/۲ گرم در مترمربع) مربوط به تیمار شاهد در مرحله انتهای گلدهی (H<sub>3</sub>C) و کمترین وزن خشک (۳۳۵ گرم در مترمربع) مربوط به تیمار تنش خشکی در مرحله انتهای گلدهی (H<sub>3</sub>S) بود (جدول ۴). میانگین تجزیه مرکب اثر متقابل هورمون در زمان نمونه‌برداری نشان داد که بالاترین وزن خشک (۵۶۹/۶) مربوط به تیمار سایکوسل ۶۰۰ میکرومولار در انتهای گلدهی نمونه‌برداری شده (H<sub>3</sub>B<sub>2</sub>) و کمترین وزن خشک (۳۹۳/۶) مربوط به تیمار شاهد در مرحله شروع گلدهی (H<sub>1</sub>B<sub>1</sub>) می‌باشد (جدول ۵). سایکوسل موجب افزایش رشد ریشه در گیاه می‌شود و از این طریق باعث می‌شود گیاه آب بیشتری از اعماق خاک جذب کند و محتوای نسبی آب برگ افزایش می‌یابد و موجب افزایش وزن تر و وزن خشک گیاه می‌شود. محدودیت آب آبیاری در گیاه مرزه و پونه کوهی باعث کاهش معنی‌داری در وزن تازه و خشک و عملکرد آن‌ها گردید (Nurhan and Vazquez, 2005; Dunford and Vazquez, 2005; Baher et al., 2002). تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه، وزن تر و وزن خشک ریشه، پرولین و درصد خاکستر در گیاه ریحان شد اما محلول‌پاشی سایکوسل موجب افزایش معنی‌دار کربوهیدرات، رطوبت نسبی برگ، وزن تر، وزن خشک ریشه و پرولین در گیاه شد (Babaei, 2011).

خشک ریشه، پرولین و درصد خاکستر شد؛ اما محلول پاشی سایکوسل موجب افزایش معنی دار کربوهیدرات، رطوبت نسبی برگ، وزن تر و وزن خشک ریشه در گیاه شد (Babaei, 2011).

افزایش شدت تنش میزان اسانس کاهش یافت (Abaspor and Rezaei, 2014). در آزمایشی که در شرایط تنش خشکی بر روی ریحان انجام شد نتایج نشان داد که تنش خشکی سبب کاهش بسیار معنی دار ارتفاع گیاه، وزن تر، وزن

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در گیاه بادرشوبیه تحت تأثیر اثر متقابل سطوح رطوبتی × زمان نمونه برداری (نتایج دو ساله)  
Table 4. Comparison of the average on studied traits influenced by the interaction of moisture levels × sampling time in Moldavian balm (two year results)

تیمار Treatment	محتوای نسبی آب برگ Relative water content	درصد اسانس Essential oil percent	عملکرد اسانس Essential oil yield	دمای کانوپی Canopy temperature	وزن خشک تک بوته Plant dry weight	وزن تر تک بوته Plant fresh weight
	------(%)-----		(g.m <sup>-2</sup> )	(C)	------(g.m <sup>-2</sup> )-----	
H <sub>1</sub> C <sup>§</sup>	81.66 <sup>a</sup>	0.17 <sup>c</sup>	19.20 <sup>c</sup>	-11.68 <sup>b</sup>	559.40 <sup>b</sup>	2157.80 <sup>b</sup>
H <sub>1</sub> S	67.90 <sup>b</sup>	0.21 <sup>bc</sup>	14.40 <sup>d</sup>	-6.90 <sup>c</sup>	340.00 <sup>c</sup>	1419.40 <sup>c</sup>
H <sub>2</sub> C	77.49 <sup>b</sup>	0.24 <sup>b</sup>	28.80 <sup>b</sup>	-11.60 <sup>b</sup>	602.20 <sup>ab</sup>	2128.60 <sup>b</sup>
H <sub>2</sub> S	66.50 <sup>b</sup>	0.31 <sup>ab</sup>	23 <sup>b</sup>	-5.63 <sup>c</sup>	378.60 <sup>c</sup>	1231.20 <sup>c</sup>
H <sub>3</sub> C	85.24 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	58.60 <sup>a</sup>	-6.84 <sup>c</sup>	753.20 <sup>a</sup>	2603 <sup>a</sup>
H <sub>3</sub> S	55.12 <sup>c</sup>	0.32 <sup>b</sup>	21.20 <sup>c</sup>	-2.90 <sup>a</sup>	335.00 <sup>c</sup>	939 <sup>d</sup>

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی دار بین سطوح عامل مورد بررسی در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

§ H<sub>1</sub> و H<sub>2</sub> و H<sub>3</sub>: به ترتیب نمونه برداری در مراحل شروع گلدهی، گلدهی کامل و انتهای گلدهی؛ C و S: به ترتیب شاهد (آبیاری با آب مقطر) و تنش خشکی

The same letters in each column represent no significant differences between the levels of the agent are examined at a 5% probability level.

§ H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>: Respectively Sampling was done at the Start flowering, full flowering and flowering end. C, S: Respectively control (irrigation with distilled water) and drought stress respectively.

### درصد اسانس

برگ را افزایش می دهد و موجب افزایش وزن اندام هوایی می گردد و در نتیجه درصد اسانس را افزایش می دهد (Hassan zadeh et al., 2016). افزایش درصد اسانس در اثر محلول پاشی گیاهان با سالیسیلیک اسید ممکن است در اثر افزایش رشد رویشی و جذب مواد غذایی بیشتر توسط ریشه ها و افزایش بیشتر فعالیت فتوسنتزی گیاه و همچنین افزایش در جمعیت غده های تولیدکننده و اسانس باشد (Hassan zadeh et al., 2016). در آزمایشی که در شرایط آب و هوایی کرمان روی سیاه دانه صورت گرفت نتایج نشان داد که محلول پاشی سالیسیلیک اسید در شرایط تنش خشکی توانست اثرات ناشی از تنش خشکی را تعدیل کند به طوری که محلول پاشی سالیسیلیک ۱۰ میکرومولار سبب افزایش ۹۲/۵ درصد اسانس شد (Jami et al., 2015). در آزمایشی که بر روی گیاه سیاه دانه تحت شرایط تنش خشکی انجام شد نتایج نشان داد که محلول پاشی سالیسیلیک اسید سبب افزایش درصد اسانس گردید اما عملکرد اسانس گیاه کاهش یافت که

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب درصد اسانس به طور معنی داری تحت تأثیر اثر متقابل مرحله نمونه برداری در رطوبت در هورمون قرار گرفت (جدول ۲). بررسی میانگین های حاصل از تجزیه مرکب نشان داد که در شرایط تنش درصد اسانس افزایش می یابد (جدول ۶). بررسی میانگین اثر متقابل هورمون در زمان نمونه برداری نشان داد که تیمار سالیسیلیک اسید ۸۰۰ میکرومولار در مرحله انتهای گلدهی (H<sub>3</sub>B<sub>1</sub>) بیشترین درصد اسانس (۰/۳۷ درصد) و کمترین درصد اسانس نیز مربوط به تیمار سایکوسل ۶۰۰ میکرومولار (۰/۱۶ درصد) در مرحله شروع گلدهی (H<sub>1</sub>B<sub>2</sub>) است (جدول ۵). نتایج نشان داد که در شرایط تنش خشکی درصد اسانس افزایش می یابد به طوری که از مرحله شروع گلدهی، گلدهی کامل و انتهای گلدهی درصد اسانس روندی افزایشی دارد (جدول ۳). سالیسیلیک اسید با کاهش سطح برگ ناشی از تنش خشکی، تعداد غده های مترشحه اسانس در واحد سطح

دنیایی (Saharkhiz et al., 2007)، آویشن باغی (Emam Bahreininejad et al., 2013) و آویشن باغی (et al., 2008) می‌شود. نتایج تحقیقات نشان داد که برای دست یافتن به درصد اسانس بالا در ریحان اعمال تنش رطوبتی همراه با محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید مناسب می‌باشد و با کاهش سطح برگ ناشی از تنش خشکی تعداد غده‌های مترشحه اسانس افزایش می‌یابد و محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید نیز موجب افزایش وزن اندام هوایی می‌گردد در نتیجه میزان اسانس افزایش خواهد یافت (Ramrudi and Khoram, 2013).

علت افزایش درصد اسانس به دلیل بیشتر بودن تراکم غده‌های اسانس در اثر کاهش سطح برگ ناشی از تنش و تجمع بیشتر اسانس بود (Rezaei Chineh and Pirzad, 2014). در آزمایشی که بر روی گیاه رازیانه انجام شد نتایج نشان داد که محلول‌پاشی ۰/۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید تحت شرایط تنش کم‌آبی موجب افزایش درصد و عملکرد اسانس شد (Rezaei Chineh, 2012). تحقیقات نشان دادند که تنش آبی سبب افزایش درصد اسانس در گیاهان پونه کوهی (Dunford and Vazquez, 2005)، بادرنجبویه (Aliabadi-Farahani et al., 2009)، بابونه کبیر

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در گیاه بادرنجبویه تحت تأثیر اثر متقابل تنظیم‌کننده‌رشد× زمان نمونه‌برداری (نتایج دو ساله)

Table 5. Comparison of the average on studied traits influenced by the interaction of growth regulators × sampling time in Moldavian balm (two year results)

تیمار Treatment	محتوای نسبی		عملکرد		وزن خشک تک-	
	آب برگ Relative water content	درصد اسانس Essential oil percent	اسانس Essential oil Yield	دمای کانوپی Canopy Temperature	بوته Plant dry weight	وزن تر تک بوته Plant fresh Weight
	-----(%)------		(g.m <sup>-2</sup> )	(C)	------(g.m <sup>-2</sup> )-----	
H <sub>1</sub> B <sub>1</sub> §	75.71 <sup>a</sup>	0.21 <sup>c</sup>	16.6 <sup>c</sup>	-9.44 <sup>c</sup>	393.6 <sup>e</sup>	75.18 <sup>c</sup>
H <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	74.55 <sup>a</sup>	0.16 <sup>d</sup>	13.6 <sup>d</sup>	-8.55 <sup>b</sup>	443.6 <sup>e</sup>	89.80 <sup>c</sup>
H <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	75.17 <sup>a</sup>	0.20 <sup>c</sup>	20.8 <sup>c</sup>	-9.28 <sup>c</sup>	514.4 <sup>c</sup>	114.66 <sup>a</sup>
H <sub>1</sub> B <sub>4</sub>	73.37 <sup>a</sup>	0.18 <sup>c</sup>	16 <sup>c</sup>	-9.56 <sup>c</sup>	433.4 <sup>e</sup>	83.80 <sup>c</sup>
H <sub>1</sub> B <sub>5</sub>	75.12 <sup>a</sup>	0.20 <sup>c</sup>	18 <sup>c</sup>	-9.66 <sup>c</sup>	463.6 <sup>ed</sup>	83.72 <sup>c</sup>
H <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	73.64 <sup>a</sup>	0.27 <sup>b</sup>	27.2 <sup>b</sup>	-8.51 <sup>b</sup>	545.6 <sup>b</sup>	83.17 <sup>c</sup>
H <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	71.63 <sup>a</sup>	0.29 <sup>b</sup>	26 <sup>b</sup>	-7.64 <sup>b</sup>	470.2 <sup>d</sup>	79.56 <sup>d</sup>
H <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	70.97 <sup>a</sup>	0.28 <sup>b</sup>	26.2 <sup>b</sup>	-8.18 <sup>b</sup>	476.8 <sup>d</sup>	85.06 <sup>c</sup>
H <sub>2</sub> B <sub>4</sub>	72.59 <sup>a</sup>	0.26 <sup>b</sup>	22.2 <sup>c</sup>	-8.71 <sup>b</sup>	462.6 <sup>d</sup>	84.46 <sup>c</sup>
H <sub>2</sub> B <sub>5</sub>	71.66 <sup>a</sup>	0.29 <sup>b</sup>	28 <sup>b</sup>	-8.93 <sup>b</sup>	496.4 <sup>d</sup>	87.72 <sup>c</sup>
H <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	71.96 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	41.4 <sup>a</sup>	-5.26 <sup>a</sup>	528.6 <sup>b</sup>	87.68 <sup>c</sup>
H <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	71.94 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	38 <sup>a</sup>	-4.64 <sup>a</sup>	569.6 <sup>a</sup>	95.67 <sup>b</sup>
H <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	68.05 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	42 <sup>a</sup>	-4.47 <sup>a</sup>	561 <sup>a</sup>	78.87 <sup>d</sup>
H <sub>3</sub> B <sub>4</sub>	69.43 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	38.6 <sup>a</sup>	-4.53 <sup>a</sup>	519 <sup>bc</sup>	83.47 <sup>c</sup>
H <sub>3</sub> B <sub>5</sub>	69.52 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	40 <sup>a</sup>	-5.16 <sup>a</sup>	552.8 <sup>b</sup>	97.05 <sup>b</sup>

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین سطوح عامل مورد بررسی در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>: به ترتیب نمونه‌برداری در مراحل شروع گلدهی، گلدهی کامل و انتهای گلدهی؛ B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub>: به ترتیب شاهد (محلول‌پاشی با آب مقطر)، سایکوسل ۶۰۰ میکرومولار، سایکوسل ۱۲۰۰ میکرومولار، سالیسیلیک اسید ۸۰۰ میکرومولار و سالیسیلیک اسید ۱۸۰۰ میکرومولار

The same letters in each column represent no significant differences between the levels of the agent are examined at a 5% probability level.

§ H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>: Respectively Sampling was done at the Start flowering, full flowering and flowering end; B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub>: Respectively Control (spray distilled water), Cycocel 600 μM, Cycocel 1200 μM, Salicylic acid 800 μM, Salicylic acid 1600 μM,

مرحله نمونه‌برداری در سال در هورمون در سطح احتمال یک‌درصدی معنی‌دار شد (جدول ۲). اثر متقابل بین سطوح رطوبتی در زمان نمونه‌برداری نشان داد که بیشترین عملکرد

### عملکرد اسانس

تجزیه واریانس مرکب دوساله نشان داد که اثر متقابل هورمون در رطوبت در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید. اثر متقابل



زراعی) حاصل شد (Safikhani et al., 2007). با افزایش شدت تنش خشکی عملکرد اسانس در ریحان کاهش یافت (Ramrudi and Khoram, 2013). در تحقیقی در مورد تأثیر اسپری برگ‌گی جیبرلیک اسید و سایکوسل بر روی عملکرد و کیفیت اجزاء اسانس گیاه شمعدانی عطری مشخص شد درصد اسانس در واحد وزن گیاه نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت ولی سایکوسل موجب شد درصد اسانس در واحد وزن گیاه نسبت به تیمار شاهد بالا رود (Mohamed et al., 1983). در مطالعه‌ای که روی گیاه حنا (*Lawsonia inermis*) انجام شد نتایج نشان داد که محلول پاشی سایکوسل تأثیر فزاینده بر مقدار عملکرد اسانس داشت (Khandelwal et al., 2002). این کاهش را می‌توان چنین توجیه کرد که بیشتر بوته‌های تحت تنش خشکی از رشد خوبی برخوردار نبوده و به دلیل رشد و سطح برگ کمتر وزن اندام هوایی کاهش یافته است و اثرات زیان‌آوری بر رشد و عملکرد گیاه دارد.

اسانس (۵۸/۶ گرم در مترمربع) در شرایط شاهد (آبیاری) در مرحله انتهای گلدهی ( $H_3C$ ) و کمترین عملکرد اسانس (۱۴/۴ گرم در مترمربع) نیز در شروع گلدهی ( $H_1S$ ) به دست آمد (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل هورمون در زمان نمونه‌برداری نشان داد که بیشترین عملکرد اسانس (۴۲ گرم در مترمربع) مربوط به تیمار سایکوسل ۱۲۰۰ میکرومولار که در مرحله انتهای گلدهی ( $H_3B_3$ ) برداشت شده بود و کمترین عملکرد اسانس (۱۳/۶ گرم در مترمربع) مربوط به تیمار سایکوسل ۶۰۰ میکرومولار در مرحله شروع گلدهی ( $H_1B_2$ ) بود (جدول ۵). نتایج نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش عملکرد اسانس در گیاه می‌شود. تغییرات عملکرد اسانس در مراحل نمونه‌برداری روندی افزایشی دارد. با کاهش میزان آب آبیاری در طی رشد گیاه دارویی بادرشوبیه از ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به ۶۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی بالاترین درصد اسانس در تنش‌های شدید به دست آمد اما بالاترین عملکرد اسانس از تنش‌های ملایم (۶۰ درصد ظرفیت

جدول ۶. مقایسه میانگین اثرات سطوح رطوبتی برای صفات مورد مطالعه در گیاه بادرشوبیه (نتایج دو ساله)

Table 6. Comparison of the mean of moisture levels effects of studied traits in Moldavian balm (two years results)

سطوح رطوبتی Moisture levels	درصد					
	محتوای آب نسبی Relative water content (%)	اسانس Essential oil percent	عملکرد اسانس Essential oil Yield (g.m <sup>-2</sup> )	دمای کانوپی Canopy temperature (C)	وزن خشک بوته Plant dry weight (g.m <sup>2</sup> )	وزن تر بوته Plant fresh weight
شاهد Control	81.45 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>	36 <sup>a</sup>	-9.88 <sup>a</sup>	639.6 <sup>a</sup>	2302.4 <sup>a</sup>
تنش Stress	63.17 <sup>b</sup>	0.28 <sup>a</sup>	19.60 <sup>b</sup>	-5.14 <sup>b</sup>	531.6 <sup>b</sup>	1196.6 <sup>b</sup>

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین سطوح عامل مورد بررسی در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

The same letters in each column represent no significant differences between the levels of the agent are examined at a 5% probability level.

اسانس را در واحد سطح برگ افزایش می‌دهد در نتیجه موجب افزایش درصد اسانس می‌شود. درصد اسانس در مراحل نموی شروع گلدهی، گلدهی کامل و انتهای گلدهی روند افزایشی دارد به طوری که بیشترین میزان درصد اسانس مربوط به مرحله انتهای گلدهی است. در شرایط تنش خشکی درصد اسانس افزایش می‌یابد اما عملکرد اسانس به علت کاهش وزن تر و وزن خشک بوته کاهش پیدا می‌کند. پیشنهاد می‌شود که در شرایط تنش خشکی در گیاه دارویی بادرشوبیه برای افزایش عملکرد اسانس وزن تر و وزن خشک گیاه از سایکوسل ۱۲۰۰ میکرومولار استفاده گردد.

### نتیجه‌گیری کلی

در شرایط تنش خشکی تیمار سالیسیلیک اسید با تولید ترکیبات فنولیک در دیواره یاخته مانع از هدر رفت آب شد و موجب افزایش محتوای نسبی آب برگ، کاهش دمای کانوپی گیاه بادرشوبیه شد. با افزایش شدت تنش محتوای نسبی آب برگ، وزن تر و وزن خشک بوته روند کاهشی پیدا می‌کند. کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشدی در شرایط تنش خشکی نشان داد که اسید سالیسیلیک ۸۰۰ میکرو مولار در مرحله انتهای گلدهی با کاهش سطح برگ ناشی از تنش تعداد غده مترشحه

## منابع

- Abbaspor, H., Rezaei, H., 2014. Effects of salicylic acid and jamic acid on hill reaction and photosynthetic pigment (*Dracocephalum moldavica* L.) in different levels of drought stress. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research. 2, 2850-2859.
- Aflatuni, A., 2005. Water stress effect on growth and yield of (*Coriandrum sativum* L.) and its alleviation by n-triacontanol. Acta Horticulture. 79, 19-24.
- Aliabadi-Farahani, H., Valadabadi, S.A., Daneshian, J., Khalvati, M.A., 2009. Evaluation changing of essential oil of balm (*Melissa officinalis* L.) under water deficit stress conditions. Journal of Medicinal Plant Research. 3, 329-333.
- Amiri, A., Ismail Zadeh Bahabadi, P., Yidulahi ten Cheshmeh, P., Sirius Mehr, AS.R., 2017. The role of soluble salicylic acid and chitosan in water stress conditions on some physiological traits and yield of safflower oil (*Carthamus tinctorius* L.). Ecophysiology of Crops. 1, 84-69. [In Persian with English summary].
- Andalibi, B., 2009. Effect of *Anetum graveolens* on growth and development during limited irrigation. Ph.D. Thesis. Field of physiology of crops. School of Agriculture. Tabriz University. [In Persian].
- Andlibi, B., Nori, F., 2014. The effect of cycocel on photosynthetic activity and essential oil of *Foeniculum vulgare* under drought stress. Plant Biology of Iran, 29, 91-104. [In Persian with English summary].
- Babaei B., 2011. Effect of cycocel on quantitative and qualitative characteristics of *Ocimum basilicum* L. under drought stress. MSc dissertation, Faculty of Agriculture, the University of Zabol, Iran. [In Persian].
- Baher, Z. F., Mirza, M., Ghorbanli, M., Rezaei, M.B., 2002. The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Saturja hortensis* L. Flavor and Fragrance Journal. 17, 275-277.
- Baher, Z., Rezaei, M., Ghorbanli, M., Asgari, F. Iraqi, MK. 2004. Evaluation of metabolic changes due to drought stress in Sorghum. Investigating Iranian Medicinal and Aromatic Herbs. 20, 275-263. [In Persian with English summary].
- Bahrenejad, B., Razmjoo, J., Mirza, M. 2013. Influence of water stress on morphological and phytochemical traits in *Thymus daenensis*. International Journal of Plant Production. 7:155-166.
- Cutt, J.R., Klessig D.F., 1992. Salicylic acid in plants. A changing perspective. Pharmaceutical Technology. 16, 25-34.
- Dunford, N.T., Vazquez, R.S. 2005. Effect of water stress on plant growth and thymol and carvacol concentrations in Mexican oregano grown under controlled conditions. Journal of Applied Horticulture. 7, 20-22.
- Eman, E., Aziz, S.T., Hendawi, Ezz El Din, A., Omer, E.A., 2008. Effect of soil type and irrigation intervals on plant growth, essential oil yield and constituents of *Thymus vulgaris* plant. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science. 4, 443-450.
- Heidari, N., Pouryousef, N., Tavakkoli, A., 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, 121-130. [In Persian with English summary].
- Hassan zadeh, K., Hemmati, Kh., Alizadeh, M., 2016. Effect of Organic and Salicylic Acid on Performance and Some Secondary Metabolites of *Melissa officinalis* L. Plant Breeding Research. 20, 107-130.
- Hussein, M.S., El-Sherbeny, S.E., Khalil, M.Y., Naguib, N.Y., Aly, S.M., 2006. Growth characters and chemical constituents of *Dracocephalum moldavica* L. plants in relation to compost fertilizer and planting distance. Scientia Horticulturae. 108, 322-331.
- Jami, N., Mousavi Nik, S.M., Taghizadeh, M., 2015. The effect of drought stress and foliar application with salicylic acid on qualitative and quantitative yield of Black cumin under Kerman climatic conditions. Journal of Crops Improvement. 17(3), 827-840. [In Persian with English summary].
- Khandelwal S.K., Guptanarendra K., Sahu M.P., 2002. Effect of plant growth regulators on growth, yield and essential oil production of henna (*Lawsonia inermis* L.). Horticultural Science and Biotechnology. 5, 71-77
- Kordi, S., Saidi, M., Ghanbari, F., 2013. Induction of drought tolerance in sweet basil

- (*Ocimum basilicum* L.) by salicylic acid. International Journal of Agricultural and Food Research. 2, 18-26.
- ZMayek-Perez, N., Garcia-Espinosa, R., Lopez-Castaneda, C., Acosta-Gallegos, J., A., & Simpson, J., 2002. Water relations, histopathology and growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during pathogenesis of *Macrophomina phaseolina* under drought stress. Physiological and Molecular Plant Pathology. 60, 185-195.
- Merah, O., 2001. Potential importance of water status traits for durum wheat improvement under Mediterranean conditions. Journal of Agricultural Research. 137, 139-145.
- Mohamed, B.R., El-Sayad, A.A., Fawzi, A.F. A., 1983. Effect of gibberellic acid and chlormequat on yield and oil quality of geranium (*Pelargonium graveolens*). Acta Horticulturæ. 132, 265-272.
- Mohammadi Babazidi, H., Falkanaz, M., Heydari, P., Hemati, M., Farokhian, Sh., 2013. Effect of azospirillum and salicylic acid on physiological and morphological traits of basil (*Ocimum basilicum* L.) under water stress. Journal of Cellular-Molecular Biotechnology 3, 31-36
- Mohammadpour, M. Negahban, M., Saeedfar, S., Salehi Shanjan, P., Javadi, H., 2015. Effect of drought stress on some of the biochemical characteristics of three *Achillea* population (*Achillea vermicularis*). Russian Journal of Biological Research. 4, 68-80.
- Mohtashemi, M., Puriusf, M., Andalibi, B., Bakhtiari, F., 2015. Effect of spraying and pretreatment with salicylic acid on yield and essential oils of fennel (*Feniculum vulgare* L.) under drought stress conditions. Biomedical Journal of Iranian Herbs and Medicinal Herbs Research. 31,841-852.
- Mozhafrian, V., 2003. Culture of the Iranian Plant Names. Contemporary Culture Publications. Tehran. 362p. [In Persian].
- Naderi, N., Haha, H., Ahmadi, H., 2015. The effect of salicylic acid on some physiological characteristics of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Scientific Journal of Ecophysiology of Agricultural Plants. 7(4), 287-305. [In Persian with English summary].
- Nurhan, T.D., Vazquez, R.S., 2005. Effect of water stress on plant growth and thymol and carvacrol concentration in Mexican oregano grown under controlled conditions. Journal of Applied Horticulture. 7, 20-22.
- O'Neill, P.M., Shanahan, J.F., Schepers, J.S., 2006. Use of chlorophyll fluorescence assessments to differentiate corn hybrid response to variable water conditions. Crop Science. 46, 681-687.
- Pastenes, C., Pimentel, P., Lillo, J., 2005. Leaf movements and photo inhibition in relation to water stress in field-grown beans. Experimental Botany. 56, 425-433.
- Pinter, P.J., Zipoli, G., Reginato, R.J., Jackson, R.D., Idso, S.B., Homan, J.P. 1990. Canopy temperature as an indicator of differential water use and yield performance among wheat cultivars. Agricultural Water Management. 18, 35-48.
- Pirzad, A., Alyari, H., Shakiba, M.R., ZehtabSalmasi, S., Mohammadi, A., 2006. Essential oil content and composition of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) at different irrigation regimes. Agronomy Journal. 5, 451-455.
- Raghavan, B., Abraham, K.O., Shankaranarayan, M.L., Koller, W.D., 1994. Studies on flavor changes during drying of dill (*Anethum sowa* Roxb) leaves. Journal of Food Quality. 17,457-466.
- Rahbarian, P., Salehi Sardoei A., 2014. Effects of drought stress and manure on dray herb yield and essential oil of dragonhead (*Dracocephalum moldavica*) in Jiroft area. International Journal of Bioscience. 9, 212-217.
- Ramrudi, M., Khoram, AS., 2013. Interaction effects of salicylic acid spraying and irrigation treatments on some quantitative, qualitative and osmotic factors of Basil. Journal of Applied Ecophysiology of Plants. 1, 19-32. [In Persian with English summary].
- Rashid, A., Stark, J.C., Tanveer, A., Mustefa, T., 1999. Use of canopy temperature measurement as a screening tool for drought tolerance in spring wheat. Journal of Agronomy and Crop Science. 182, 231-237.
- Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. 43, 439-463.
- Rezaei Chineh, A. 2012. Effect of different irrigation treatments on the accumulation of essential oils, and some Ecophysiological traits in fennel (*Foeniculum vulgare* L.). Ph.D.

- Thesis. Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Tabriz University. [In Persian].
- Rezaei Chineh, A. and Pirzad A., 2014. Effect of salicylic acid on yield, yield components and essential oil of *Nigella sativa* L. under low water stress conditions. Iranian Crop Research, 12(3), 437-427. [In Persian with English summary].
- Safikhani, F., Heydarye Sharifabadi, H., Syadat, A., Sharifi Ashorabadi, A., Syednedjad M., Abbazadeh, B., 2007. The effect of drought on yield and morphologic characteristics of *Dracocephalum moldavica*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 23, 183- 194. [In Persian with English summary].
- Saharkhiz, M.J., Omidbaigi, R., Sefidkon, F., 2007. The effect of different levels of phosphorus and irrigation on secondary metabolites of medicinal plant *Matricaria chamomile*. Iranian of Medicinal Plant Third Conference, Shahed University, 2-3 October.
- Salarpur Ghraba, F., Frahbakhsh, H., 2016. Effect of salicylic acid on some physiological traits, functional functions of fennel (*Foeniculum vulgare* L.) under drought stress. Biomedical Journal of Iranian Herbs and Medicinal Herbs Research. 32(2), 216-230. [In Persian with English summary].
- Sarmadnia, G., Koocheki, A., 1995. Importance of Environmental Stresses in Agronomy. Mashhad Jahad Daneshgahi Publications. [In Persian].
- Shakari, F., Pak Mehr, A., Truth, M., Saba, J., Tasks, M. And Zangani, A. 2010. The effect of salicylic acid priming on some morphological traits Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) under drought stress condition in potting stage. Modern Technologies in Agriculture. 4, 5-26. [In Persian with English summary].
- Sibi, M., 2011. Effect of water stress, zeolite and foliar application of salicylic acid on some of agronomical and physiological traits in spring safflower. M.Sc. Thesis. Agronomy and Crop Development Department. College of agriculture. Islamic Azad University, Branch, Arak. 213. [In Persian].
- Siddique, M.R.B., Hmid, A., Islam, M.S., 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. Botanica Academic Sinica. 41, 35-39.
- Singh, B., Usha, K., 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regulation. 30, 137-141.
- Soroori, S., Moghadam, M., Hasheme moghadam, H., 2013. Effect of nitrogen fertilizer and row spacing on yield and amount of essential oil *Dracocephalum moldavica* L. Journal of Agricultural Improvement. 4, 179-194.
- Venskutionis, P.R., Dapkevicius, A., Baranauauskiene, M., 1995. Flavour composition of some lemon-like aroma herbs from Lithuania. Development in Food Science. 37, 833-847.
- Wanjura, D.F., Maas, S.J., Winslow, J.C., Upchurch, D.R., 2004. Scanned and sport measured canopy temperature of cotton and corn. Computers and Electronics in Agriculture. 44, 33-48.
- Yazdani, D., Shahnazi, S., Seifi, H., 2004. Cultivation of Medicinal Plants. Vol. 1. Shahid Beheshti Jahad University Press. . [In Persian].
- Yousefzadeh, S., Modares Sanavi, S.A., Sefidkan, F., Asgharzadeh, A., Ghalavand, A., 2010. Effect of different stages of harvesting on the amount and composition of essential oils in Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.). Journal of Iranian Medicinal and Aromatic Plants. 21, 561-573. . [In Persian with English summary].
- Zho, H., Tan, J., Qi, C., 2009. Photosynthesis of *Rehmannia glutinosa* subjected to drought stress in enhanced by choline chloride through alleviating lipid peroxidation and increasing proline accumulation. Plant Growth Regulation. 51, 255-262.