بررسی اثر محلول‌پاشی اوره و اسید سالیسیلیک بر صفات مورفولوژیکی و ترکیبات فیتوشیمیایی گیاه دارویی *Physalis alkekengi* L.

علی پزشکی[۱]، حسن نورافکن[۲*]، مهدی اورعی[۲]، ناصر محبعلی‌پور[۳]، اسد اسدی[٤]

[۱]دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران

[۲]استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران

[۳]استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران

[٤]استادیار، گروه دامپزشکی، دانشکده کشاورزی، واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران

تاریخ دریافت: ۰۰/۸/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۰۰/۱۰/۱۱

چکیده

گیاه دارویی عروسک پشت‌پرده (*Physalis alkekengi* L.)، متعلق به تیره Solanacae است که به‌طور گسترده در طب سنتی از میوه آن برای درمان بیمارهایی نظیر سنگ کلیه و مجاری ادراری، نقرس و هپاتیت استفاده می‌شود. از آنجایی که استفاده از محرک‌های زیستی در کشاورزی می‌تواند در ارتقای کمی و کیفی مواد موثره گیاهان دارویی و بهبود عملکرد آنها موثر باشد، در این تحقیق اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اوره بر خصوصیات مورفولوژیکی و ترکیبات فیتوشیمیایی این گیاه در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه در سال ۱۳۹۸ مورد بررسی قرار گرفت. محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک (۰/۰۰۱، ۰/۰۰۲۵، ۰/۰۰۵ و ۰/۰۱ میلی‌مولار) و اوره (۰/۲۵، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد) در سه مرحله با فاصله ۱۰ روز یکبار در سه تکرار اعمال گردید. عصاره گیری اواسط شهریور ماه همزمان با برداشت به روش خیساندن انجام شد و میزان ترکیبات فیتوشیمیایی در اندام هوایی با استفاده از دستگاه HPLC تعیین گردید. بر طبق نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار محلول‌پاشی بر روی همه صفات مورفولوژیکی اندام هوایی (به جز عرض برگ)، صفات مورفولوژیکی ریشه و همچنین صفات عملکردی معنی‌دار بود. افزایش غلظت اوره و اسید سالیسیلیک در بیشتر صفات اندازه گیری شده اثر مثبتی نشان داد و بیشترین افزایش در صفات مذکور عمدتا مربوط به کاربرد غلظت‌های اوره ۱ و ۲ درصد و اسید سالیسیلیک ۰/۰۱ میلی مولار بود. استفاده از غلظت‌های اوره ۱ درصد و اسید سالیسیلیک ۰/۰۱ میلی مولار در مقایسه با تیمار شاهد موجب افزایش تعداد میوه (به ترتیب ۷٦/۸ و ٦٤/٦ درصد)، قطر میوه (به‌ترتیب ۱۷/۳ و ۲۵/۷ درصد)، طول میوه (به‌ترتیب ۱۵/۰۷ و ۳۳/٤ درصد)، وزن تر اندام‌هوایی (به‌ترتیب ۲۹/۹ و ٥٦/٤ درصد) و وزن خشک اندام‌هوایی (به‌ترتیب ۲۸/٤ و ٦۱/٤ درصد) شد. به علاوه با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک میزان ترکیبات لوتئولین، کوئرستین، کامفرول، اسید فرولیک و اسید کلوروژنیک در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: اسید سالیسیلیک، اوره، عروسک پشت‌پرده، محلول پاشی، لوتئولین، میوه

*نویسنده مسئول: nourafcan@m-iau.ac.ir

مقدمه

گیاه دارویی عروسک پشت‌پرده (*Physalis alkekengi* L.)، متعلق به خانواده سیب زمینی و بومی قاره آمریکا است و در سایر نقاط جهان پراکنده شده‌اند (Travlos, 2012). این گیاه در چند سال اخیر به‌دلیل مقادیر بالای ویتامین (آ، ب، ث)، مواد معدنی (فسفر، آهن)، آنتی‌اکسیدان‌ها (بتاکاروتن)، آلکالوئید، فلاونوئید و کاروتنوئید موجود در میوه مورد توجه قرار گرفته است (Rabie et al., 2015). گیاه دارویی عروسک پشت‌پرده به‌طور گسترده در طب سنتی مورد استفاده قرار می‌گیرد و دارای خواص ضد سرطانی و ضد هپاتیت بوده و برای درمان بیماری‌های آسم و دیابت نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در سال‌های اخیر، توجه جهان به سوی کاهش آلودگی زیست محیطی و اثرات آن بر سلامت انسان از طریق کاهش مصرف کودهای سنتزی و مواد شیمیایی در تولید محصولات زراعی، به‌ویژه گیاهان دارویی معطوف شده است (Kahlel and Soltan, 2019). محرک‌های زیستی از منابع طبیعی و زیستی منشاء می‌گیرند و در مقادیر کم می‌توانند رشد و نمو گیاه را بهبود بخشند. این ترکیبات کارایی عناصر غذایی و یا ویژگی‌های ساختاری و عملکردی خاک را بهبود داده و بدین ترتیب رشد گیاه را افزایش می‌دهند (Hakimi et al., 2019). کاربرد الیسیتورهایی مانند اسید سالیسیلیک یکی از مهمترین راه کارهای القاء تولید متابولیسم‌های ثانویه و افزایش عملکرد کمی و کیفی مواد موثره ارزشمند در گیاهان دارویی است (Ghasemi Pirbalouti et al., 2019).

اسید سالیسیلیک یا اسید اورتوهیدروکسی بنزوئیک از ترکیبات فنلی است که در تعداد زیادی از گیاهان به وسیله سلول‌های ریشه تولید می‌شود و به عنوان ماده‌ای شبه هورمونی، نقش مهمی در رشد و نمو گیاهان ایفا می‌کند (Khan et al., 2015). اسید سالیسیلیک نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف مانند رشد و نمو گیاه، جذب یون‌ها، فتوسنتز و جوانه‌زنی، رسیدگی و پاسخ‌های دفاعی ایفا می‌کند (Miura and Tada, 2014). اسیدسالیسیلیک فرایندهای فیزیولوژیکی در گیاهان را تنظیم و عوارض جانبی تنش را کاهش داده و می‌تواند اثر نامطلوب تنش را بهبود بخشد (Yavas and Unay, 2016). محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در غلظت‌های مختلف روی خصوصیات فیتوشیمیایی تعدادی از گونه‌های گیاهان دارویی نظیر بادرنجبویه (Ghasemi Pirbalouti et al., 2019)، نعناع فلفلی (Saharkhiz and Goudarzi, 2014)، رازیانه (Forouzandeh et al., 2019) و انواع گونه‌های آویشن (Mohammadi et al., 2019) حاکی از تغییرات کمیت و کیفیت ماده موثره گیاهان دارویی می‌باشد. پژوهش‌ها نشان داد، محلول‌پاشی برگی اسید سالیسیلیک علاوه بر بهینه‌سازی میزان مصرف کود آلی از بروز عوارض منفی ناشی از مصرف زیاد کودهای شیمیایی جلوگیری می‌کند (Amiri et al., 2015).

کودهای شیمیایی در ۳۰ سال اخیر نقش مهمی در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی داشته است ولی هزینه انجام گرفته برای تهیه آنها یکی از مهمترین هزینه‌های کشت و کار محسوب می‌شود (Khoshpeyk et al., 2017) و مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی مانند کود اوره علاوه بر بالا بردن هزینه تولید، باعث آلودگی آب‌های زیرزمینی و تجمع بیش از حد مجاز میزان نیتروژن بافت‌های گیاهی شده است (Jamshidi et al., 2012). یکی از اهداف اصلی در کشاورزی پایدار کاهش مصرف کودهای شیمیایی است (Picard et al., 2010). در مطالعه‌ای با بررسی

تاثیر نحوه مصرف کود نیتروژنی بر عملکرد گیاه دارویی بادرنجبویه گزارش کردند روش محلول‌پاشی ضمن افزایش عملکرد ماده خشک و در نهایت عملکرد اسانس، میزان مصرف کود شیمیایی نیتروژنی را ۷۸/۵ درصد نسبت به روش مصرف در خاک کاهش داد (Abbaszadeh et al., 2006). بنابراین استفاده از روش محلول‌پاشی می‌تواند به منظور کاهش مصرف کود نیتروژنی و دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار و حفاظت از محیط زیست مورد توجه قرار گیرد.

با توجه به اینکه استفاده از محرک‌های زیستی در نظام کشاورزی پایدار می‌تواند در ارتقای کمی و کیفی مواد موثره در گیاهان دارویی و بهبود عملکرد دارویی آنها موثر باشد و همچنین نظر به اهمیت استفاده کارآمد از نهاده‌های کشاورزی در توسعه پایدار، نیازمند وجود دلایل علمی کافی است که نتایج مثبت پیش‌بینی شده در خصوص اثر محلول پاشی اسید سالیسیلیک و اوره بر روی این گیاه دارویی را تایید کند. این پژوهش با هدف مطالعه تاثیر محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک و کود اوره بر پاسخ‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه دارویی عروسک پشت پرده انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت گلدانی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه در سال ۱۳۹۸ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل محلول‌پاشی اوره در چهار سطح (۰، ۰/۵/۲۵، ۱ و ۲ درصد)، اسید سالیسیلیک در چهار سطح (۰، ۰/۰۰۱، ۰/۰۰۲۵، ۰/۰۰۵ و ۰/۰۱ میلی‌مولار)، محلول‌پاشی با آب مقطر و بدون محلول‌پاشی (شاهد) بود.

محلول‌های اوره و اسید سالیسیلیک در محل آزمایشگاه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه تهیه شد. بدین منظور از پودر اوره و اسید سالیسیلیک شاخت شرکت مرک آلمان استفاده شد. ریزوم‌های گیاه دارویی عروسک پشت پرده در اواخر اسفندماه از محل رویشگاه طبیعی آن تهیه شد و تا زمان کاشت در نهایت دقت در ماسه نرم و مرطوب نگهداری شد. قبل از کاشت در کف گلدان‌ها منافذی به منظور زهکشی مناسب تعبیه و درون آنها توسط ترکیبی از خاک زراعی، ماسه و خاک برگ برای بستر کشت ریزوم‌ها قرار داده شد. در هر گلدان یک رشته ریزوم که حداقل دارای یک نمونه جوانه بود در عمق چهارسانتی‌متری خاک کاشته شد و بلافاصله آبیاری شدند. پس از اطمینان از استقرار گیاه در گلدان (زمانی که گیاهان به اندازه کافی رشد کرده و ارتفاع آن به حدود ۱۵ سانتی‌متری رسیده بود) محلول‌پاشی طی سه نوبت با فاصله ۱۰ روز یکبار انجام گرفت. به منظور جذب سطحی بهتر و بیشتر محلول در برگ‌های گیاه برای هر یک لیتر محلول مقدار ۱ میلی‌لیتر مایع تویین نیز اضافه و کاملا ترکیب شد. مبارزه با علف‌های هرز به صورت مستمر طی بازدیدهای روزانه از واحدهای آزمایشی بصورت دستی به عمل آمد. در نیمه دوم شهریور ماه اندازه‌گیری صفاتی مانند ارتفاع گیاه، تعداد برگ، تعداد شاخه جانبی، تعداد میان‌گره، طول میان‌گره، قطر یقه، طول و عرض برگ، وزن تر و خشک اندام‌هوایی، وزن تر و خشک ریزوم، طول ریزوم، تعداد استولون، تعداد میوه، طول و قطر میوه اندازه‌گیری و ثبت شد.

عصاره‌گیری به روش خیساندن انجام شد. محلول حاصل در دستگاه تقطیر در خلاء گردان با دمای ۵۰-۴۰ درجه تغلیظ شده و سپس عصاره به‌دست آمده در آون در دمای ۴۰ درجه سلسیوس در مدت ۲ روز خشک شده (Akinsulier et al., 2007) و برای تزریق

به دستگاه HPLC (کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا) توسط فیلترهای سرنگی با قطر ۰/۲ میکرومتر صاف شد. عصاره استخراج شده حاوی فلاونوئید توسط دستگاه HPLC (مدل Knaure Germany) سنجیده شد. بدین منظور از ستون (4.6*250 mm) ODS-80Ts استفاده شد. جذب نمونه‌ها با سرعت ml/min ۱ و شیب خطی ۲۵-۷۵ درصد حاوی آب دیونیزه و استونیتریل در طول موج ۳۴۰ نانومتر خوانده شد.

تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS (Ver. 9.1 2010) انجام شد. میانگین‌ها توسط آزمون دانکن مورد ارزیابی قرار گرفتند.

نتایج

ارتفاع گیاه: میزان ارتفاع گیاه به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای محلول‌پاشی قرار گرفت (جدول ۱). با افزایش غلظت اوره و اسید سالیسیلیک ارتفاع بوته افزایش یافت به طوری که بیشترین مقدار آن از تیمارهای محلول‌پاشی اوره ۲ درصد و اسید سالیسیلیک ۰/۰۱ میلی‌مولار بدست آمد (جدول ۲).

قطر یقه: تیمار محلول‌پاشی اوره موجب افزایش قطر یقه در گیاه شد و در غلظت ۲ درصد اوره به بالاترین میزان رسید. این در حالی بود که تیمارهای محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی‌داری را در این صفت ایجاد نکردند (جدول۲).

طول میان‌گره: اثر تیمار محلول‌پاشی در سطح احتمال یک درصد بر روی طول میان‌گره معنی‌دار گردید (جدول ۱). با افزایش غلظت‌های اوره و اسید سالیسلیک طول میان‌گره نیز افزایش یافت (جدول۲). بیشترین طول میان‌گره با میانگین ۲/۷۸ سانتی‌متر از تیمار محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک ۰/۰۱ میلی‌مولار بدست آمد که با میانگین بدست آمده از غلظت ۰/۰۰۵ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲).

تعداد میان‌گره: محلول‌پاشی اوره و اسید سالیسیلیک در مقایسه با تیمار شاهد موجب افزایش تعداد میان‌گره شد و با افزایش غلظت اوره و اسید سالیسیلیک تعداد میان‌گره نیز افزایش یافت (جدول۲).

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک گیاه عروسک پشت پرده در پاسخ به محلول پاشی اسید سالیسیلیک و اوره

منابع تغییرات	درجه ازادی	ارتفاع گیاه	قطر یقه	تعداد میانگره	طول میانگره	تعداد برگ	طول برگ	عرض برگ	تعدادشاخه جانبی
تیمار	۹	۳۱/۳۶۳**	۰/۵۶۶**	۳/۹۷۵**	۰/۵۶۳**	۱۴۴/۲۶**	۲/۵۷۷**	۰/۰۹۱۵ns	۲/۶۲۲**
خطا	۲۰	۰/۶۷۴	۰/۰۳۱۴	۰/۱۸۳	۰/۰۰۹۶	۱/۰۵۶	۰/۱۴۲۳	۰/۰۷۷	۰/۰۶۲
ضریب‌تغییرات	-	۳/۶۳	۶/۴۶	۷/۰۲	۵/۰۱	۲/۵۹	۴/۰۷	۵/۰۸	۵/۲۲

ns و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

تعداد برگ: کمترین تعداد برگ با میانگین ۲۶/۰۷ برگ از تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۲). محلول‌پاشی اوره و اسید سالیسیلیک در مقایسه با تیمار شاهد موجب افزایش تعداد برگ در گیاه شد و با افزایش غلظت این مواد تعداد برگ نیز افزایش یافت. بیشترین تعداد برگ مربوط به تیمارهای محلول پاشی ۲ درصد و ۱ درصد اوره بود که به‌ترتیب منجر به افزایش ۸۳ و ۷۹ درصدی تعداد برگ در مقایسه با تیمار شاهد شدند (جدول ۲). بالاترین غلظت اسید سالیسیلیک به کار رفته (۰/۰۱ میلی‌مولار) نیز موجب افزایش ۶۹ درصدی تعداد برگ در گیاه در مقایسه با تیمار شاهد شد (جدول ۲).

جدول ۲: مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک گیاه عروسک پشت پرده در پاسخ به محلول پاشی اسید سالیسیلیک و اوره

تیمارهای محلول‌پاشی		ارتفاع گیاه (cm)	قطر یقه (mm)	تعداد میان‌گره	طول میانگره (cm)	تعداد برگ	طول برگ (cm)	تعداد شاخه جانبی
	۰/۲۵	۲۰/٤۷ c	۲/۸۰ c	٥/۲ d	۱/٥٥ e	٤۰/۹۱ c	۸/۳۷ d	٤/٥۷ b
اوره	۰/٥	۲۳/٦۹ b	۲/٤٥ d	٦/۷ cd	۱/۷۳ de	٤۳/۷۱ b	۸/۳٦ d	٥/۳۰ a
(٪)	۱	۲٤/۳۸ab	۳/۲٥ b	۷ abc	۱/۸٤ cd	٤٦/۷۷ a	۸/۸۹ cd	٥/٦۰ a
	۲	۲٥/۳٥ a	۳/۷٥ a	۷/۳ ab	۲/۰۱ bc	٤۷/۷۲ a	۹/٥۰ bc	٥/٦٦ a
	۰/۰۰۱	۲۳/٦۷ b	۲/٤۱ d	٤/٥ d	۱/٦۰ e	۳٦/۹٦ d	۹/٥۰ bc	٤/٤۷ b
اسید سالیسیلیک	۰/۰۰۲٥	۲۳/٦٦ b	۲/٥۲cd	٦/۲ c	۲/۱۱ b	۳۸/۳۸ d	۱۰/۱٦b	٤/٦۹ b
(mM)	۰/۰۰٥	۲٤/۹۱ab	۲/٥۷cd	٦/۷ bc	۲/٦٤ a	٤۱/٥۳ c	۱۰/۱۱ b	٥/٥۰ a
	۰/۰۱	۲٥/۳۹ a	۲/٦٦cd	۷/٥ a	۲/۷۸ a	٤٤/۲۰ b	۱۰/۹۱ a	٥/٦٦5 a
آب مقطر	-	۱۷/۸٥ d	۲/٦۰cd	٥ d	۱/۷۲ de	۳۰/٦۳ e	۸/٤۷ d	۳/۳۷ c
شاهد	-	۱٦/۳۰ e	۲/٤۰ d	٤/٦ d	۱/٦٤ e	۲٦/۰۷ f	۸/۲۷ d	۳/۱۳ c

طول و عرض برگ: طول برگ در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر تیمار محلول‌پاشی قرار گرفت ولی تاثیر تیمارهای آزمایش بر روی صفت عرض برگ از لحاظ آماری معنی دار نگردید (جدول ۱). محلول‌پاشی اوره با غلظت‌های ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی‌داری در طول برگ ایجاد نکرد اما کاربرد غلظت ۲ درصد کود اوره موجب افزایش ۱٤/۸ درصدی این صفت شد (جدول ۲). کمترین غلظت اسید سالیسیلیک به کار رفته توانست در مقایسه با تیمار شاهد موجب افزایش معنی‌دار طول برگ گردد و با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک طول برگ گیاه نیز افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین طول برگ با میانگین ۱۰/۹۱ سانتی‌متر از غلظت ۰/۰۱ میلی‌مولار این ماده بدست آمد (جدول۲).

تعداد شاخه جانبی: محلول‌پاشی اوره و اسید سالیسیلیک موجب افزایش تعداد شاخه جانبی در گیاه گردید و با افزایش غلظت اوره و اسید سالیسیلیک تعداد شاخه جانبی نیز در گیاه افزایش یافت (جدول۲).

وزن تر و خشک ریزوم: اثر تیمار محلول‌پاشی بر وزن تر ریزوم (در سطح احتمال یک درصد) و وزن خشک ریزوم (در سطح احتمال پنج درصد) معنی‌دار گردید (جدول ۳). بیشترین وزن‌تر و خشک ریزوم به ترتیب با میانگین‌های ۲۳/۰۹ گرم و ٤/۱٤ گرم از تیمار محلول پاشی اوره با غلظت ۲ درصد بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد داشتند (جدول ٤). کاربرد غلظت‌های۰/۰۰۱، ۰/۰۰۲٥ و ۰/۰۰٥ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی‌داری در وزن تر و خشک ریزوم ایجاد نکرد و تنها غلظت ۰/۰۱ میلی مولار این ماده توانست موجب افزایش ۱۸/٦ درصدی وزن تر ریزوم گردد (جدول ٤).

طول ریزوم: اثر تیمار محلول‌پاشی در سطح احتمال یک درصد بر روی طول ریزوم معنی‌دار گردید (جدول ۳). با افزایش غلظت‌های اوره و اسید سالیسلیک طول ریزوم نیز افزایش یافت (جدول٤). بیشترین طول ریزوم با میانگین ۳۲/٥ سانتی‌متر از تیمار محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک ۰/۰۱ میلی‌مولار بدست آمد که با میانگین بدست آمده از غلظت ۰/۰۰٥ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ٤).

جدول ۳: تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی ریشه گیاه عروسک پشت پرده در پاسخ به محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اوره

منابع تغییرات	درجه ازادی	وزن تر ریزوم	وزن خشک ریزوم	طول ریزوم
تیمار	۹	۳۵/۶۸۸**	۰/۵۹۲*	٤٤/٤٨٨**
خطا	۲۰	۱/٤۹۲	۰/۱۸۸	۳/۰۹۲
ضریب تغییرات	-	۷/٦۷	۱۳/۱۸	٦/٦۳

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

جدول ٤: مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی ریشه گیاه عروسک پشت پرده در پاسخ به محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اوره

تیمارهای محلول‌پاشی		وزن تر ریزوم (g)	وزن خشک ریزوم (g)	طول ریزوم (cm)
	۰/۲۵	۱۵/٤۲ d	۳/۰۷ bc	۲۲/۲۲ e
اوره	۰/۵	۱۷/۸٤ c	۳/۵۲ abc	۲۲/۹٤ de
(٪)	۱	۲۰/۰۵ b	۳/۸۰ ab	۲۵/۸۳ cd
	۲	۲۳/۰۹ a	٤/۱٤ a	۲۷/٤٤ bc
	۰/۰۰۱	۱۲/۱٤ f	۲/۷۷ c	۲۸/٤٤ bc
اسید سالیسیلیک	۰/۰۰۲۵	۱۳/٤۵ def	۲/۷٤ c	۲۹/۳۲ b
(mM)	۰/۰۰۵	۱٤/۰۲ def	۲/۹۷ bc	۳۰/۳۸ ab
	۰/۰۱	۱۵/۲۸ d	۳/۳۷ abc	۳۲/۵۰ a
آب مقطر	-	۱٤/۹۲ de	۳/۳٤ abc	۲۵/۵۵ cd
شاهد	-	۱۲/۸۸ ef	۳/۲۰ bc	۲۰/۳۸ e

وزن‌تر و خشک اندام هوایی: وزن تر و خشک اندام هوایی به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای محلول‌پاشی قرار گرفتند (جدول ۵). بیشترین مقادیر صفات مذکور از بالاترین غلظت اوره (۲ درصد) و اسید سالیسیلیک (۰/۰۱ میلی مولار) به کار رفته بدست آمد (جدول ٦). محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف اوره و اسید سالیسلیک در مقایسه با تیمار شاهد موجب افزایش وزن‌تر اندام هوایی گیاه شد در حالی که وزن خشک اندام هوایی فقط در بالاترین غلظت اوره (۲ درصد) و اسید سالیسیلیک (۰/۰۱ میلی مولار) با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری ایجاد کرد (جدول٦).

تعداد میوه: اثر محلول‌پاشی اوره و اسید سالیسیلیک بر تعداد میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۵). محلول‌پاشی اوره با غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی‌داری در تعداد میوه ایجاد نکرد اما کاربرد غلظت ۱ و ۲ درصد کود اوره به ترتیب موجب افزایش ۷٦/۸ و ۷۰/۷ درصدی این صفت شد (جدول ۲). همچنین غلظت‌های ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰۲۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک نتوانست در مقایسه با تیمار شاهد موجب افزایش معنی‌دار تعداد میوه گردد ولی با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک به ۰/۰۰۵ و ۰/۰۱ میلی مولار تعداد میوه نیز افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین تعداد میوه با میانگین ۳/٤۹ میوه از غلظت ۰/۰۱ میلی‌مولار این ماده بدست آمد (جدول ٦).

طول و قطر میوه: اثر تیمار محلول‌پاشی در سطح احتمال یک درصد بر روی طول و قطر میوه معنی‌دار گردید (جدول ۵). با افزایش غلظت‌های اوره و اسید سالیسلیک طول و قطر میوه نیز افزایش یافت

(جدول٦). بیشترین طول و قطر میوه به ترتیب با میانگین‌های ۲۹/۵۷ و ۲٦/۲٤ میلی‌متر از تیمار محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک ۰/۰۱ میلی‌مولار بدست آمد که با میانگین بدست آمده از تیمار کود اوره ۲ درصد تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ٦).

جدول ۵: تجزیه واریانس صفات عملکرد گیاه عروسک پشت پرده در پاسخ به محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اوره

منابع تغییرات	درجه ازادی	قطر میوه	طول میوه	تعداد میوه	وزن خشک اندام هوایی	وزن تر اندام هوایی
تیمار	۹	٦/۹۱٦**	۱۹/٦۳٦**	۱/۳۲۸**	۰/٤۱۳**	٦/۰۳۸**
خطا	۲۰	۱/٦٥۹	۱/٥٥۲	۰/۱۷۱	۰/۱۱۸	۰/٤۲٤
ضریب تغییرات	-	٥/۳٦	٤/۹٤	۱٤/٥٤	۱٤/۳۲	۷/۱۷

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

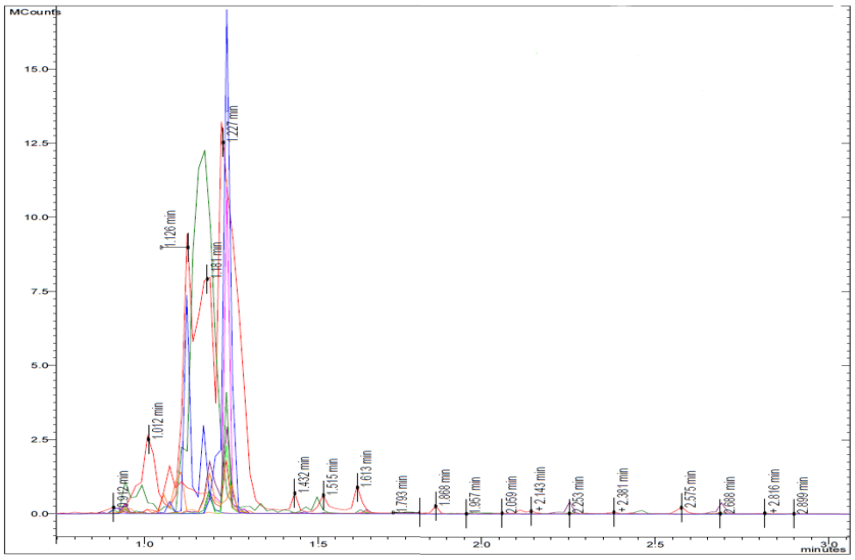
جدول ٦: مقایسه میانگین صفات عملکرد گیاه عروسک پشت پرده در پاسخ به محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اوره

تیمارهای محلول‌پاشی		قطر میوه (mm)	طول میوه (mm)	تعداد میوه	وزن خشک اندام هوایی (g)	وزن تر اندام هوایی (g)
	۰/۲٥	۲۳/۰۳ cd	۲۲/٥۹ e	۲/٥٤ c	۲/۰۹ c	۷/۳٦ ef
اوره	۰/٥	۲٤/٥۰ abc	۲٤/۰۲ de	۲/٦۹ bc	۲/۲۲ bc	۸/۳٥ de
(٪)	۱	۲٤/٥۰ abc	۲٥/٤۹ cd	۳/۷٥ a	۲/٥۳ bc	۸/۷۷ d
	۲	۲٥/۷۰ ab	۲۸/۰٤ ab	۳/٦۲ a	۲/۷٦ ab	۱۱/۲۱ a
	۰/۰۰۱	۲۳/۳۳ bc	۲۲/٤٦ e	۲/۲٤ c	۲/۲۹ bc	۹/۱۷ cd
اسید سالیسیلیک	۰/۰۰۲٥	۲٤/۲٤ abc	۲۳/۹۳ de	۲/٦٥ c	۲/٤٤ bc	۱۰ bc
(mm)	۰/۰۰٥	۲٤/٥۷ abc	۲٦/۸۱ bc	۳/۳۹ ab	۲/٥۱ bc	۱۰/۱٦ abc
	۰/۰۱	۲٦/۲٤ a	۲۹/٥۷ a	۳/٤۹ a	۳/۱۸ a	۱۰/٥٤ ab
آب مقطر	-	۲۳/۱۷ cd	۲٦/۷۸ bc	۱/۹٥ c	۲/۰۳ c	۸/٤۳ de
شاهد	-	۲۰/۸۷ d	۲۲/۱٥ e	۲/۱۲ c	۱/۹۷ c	٦/۷٥ f

ترکیبات فیتوشیمیایی: مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی بر ترکیبات لوتئولین، کوئرستین، کامپفرول، اسید فرولیک و اسید کلوروژنیک نشان داد که محلول پاشی اوره در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی‌داری در هیچ کدام از ترکیبات مذکور ایجاد نکرد (جدول ۷). اما کاربرد تیمار محلول‌پاشی اسید سالیسلیک در تمامی غلظت‌های به کار رفته توانست درصد ترکیبات لوتئولین، کوئرستین، کامپفرول، اسید فرولیک و اسید کلوروژنیک را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش دهد. کاربرد بالاترین غلظت اسید سالیسیلیک (۰/۰۱ میلی‌مولار) در مقایسه با تیمار شاهد موجب افزایش ٥۹/٤ درصدی لوتئولین، ۸۰/۷ درصدی کوئرستین، ۲۷/٦ درصدی کامپفرول، ٥٦/۷ درصدی اسید فرولیک و ۵۷ درصدی اسید کلوروژنیک شد (جدول ۷).

جدول ۷: مقایسه میانگین ترکیبات فیتوشیمیایی گیاه عروسک پشت پرده در پاسخ به محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اوره

تیمارهای محلول‌پاشی		لوتئولین (٪)	کوئرستین (٪)	کامپفرول (٪)	اسید فرولیک (٪)	اسید کلوروژنیک (٪)
	۰/۲۵	۳/٦۰ fj	٤ b	٤/۹۰ d	۳/۹۰ d	۳/۸۰ de
اوره	۰/۵	۳/٦۰ fj	۳/۸۹ b	٤/۸۰ de	۳/۷۱ de	۳/۹۰ d
(٪)	۱	۳/۵۰ fj	۳/۸۰ b	٤/۷۰ de	۳/.٦۳ e	۳/۷۰ ef
	۲	۳/٤۰ j	٤/۳۷ b	٤/٦۰ e	۳/٦۰ e	۳/٦۰ f
	۰/۰۰۱	۵/۰۱ d	۵/۳٦ a	۵/۳۱ c	٤/۹۳ c	٤/۸۰ c
اسید سالیسیلیک	۰/۰۰۲۵	۵/٤۰ c	۵/٦۰ a	۵/۵۰ c	۵/۱۰ c	۵/۲۰ b
(mM)	۰/۰۰۵	۵/۷۰ b	٦/۰٦ a	۵/۸۰b	۵/۵۰ b	۵/۳۰ b
	۰/۰۱	۵/۹۰ a	۵/۵۳ a	٦ a	۵/۸۰ a	۵/۷۰ a
آب مقطر	-	۳/۷۱ ef	٤/۲۸ b	٤/۷۰ e	۳/۷۰ de	۳/۷۰ de
شاهد	-	۳/۷۰ ef	٤/۰٦ b	٤/۷۰ e	۳/۷۰ de	۳/٦۳ def



شکل ۱: کروماتوگرام اندام هوایی گیاه دارویی عروسک پشت پرده

(قرمز: کوئرستین، آبی: کامپفرول، صورتی: لوتئولین، سبزتیره: اسید فرولیک، سبز روشن: اسید کلوروژنیک)

بحث

به‌طورکلی اثر تیمار محلول‌پاشی بر روی همه صفات مورفولوژیکی اندام هوایی (جدول ۱)، صفات مورفولوژیکی ریشه (جدول ۳) و همچنین صفات عملکردی (جدول ۵) معنی‌دار بود. کاربرد محلول‌پاشی اوره و اسید سالیسیلیک در بیشتر صفات اندازه‌گیری شده اثر مثبتی نشان داد و بیشترین افزایش در صفات مذکور عمدتا مربوط به کاربرد غلظت‌های اوره یک و دو درصد و اسید سالیسیلیک ۰/۰۱ میلی مولار بود (جداول ۲، ٤ و ٦). محلول‌پاشی اوره اثر معنی‌داری روی ترکیبات فیتوشیمیایی گیاه نشان نداد اما با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک میزان ترکیبات فلاونوئیدی و فنلی گیاه دارویی عروسک پشت پرده در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت (جدول ۷).

به نظر می‌رسد که افزایش توانایی فتوسنتزی گیاه در پاسخ به افزایش نیتروژن باعث بهبود فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی و در نتیجه افزایش ارتفاع گیاه شده است (Sabeti Amizhendeh et al., 2011).

همچنین در تطابق با نتایج تحقیق حاضر بیان شده است که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک باعث افزایش ارتفاع گیاه ریحان و مرزنجوش شد (Abdel and Gharib, 2006). احتمالاً مصرف اسید سالیسیلیک و اوره با افزایش تقسیم سلولی در مریستم انتهای ریزوم و جذب بهتر آب و مواد غذایی و سنتز پروتئین‌های جدید، بر روی فتوسنتز و شاخص‌های مورفولوژیکی گیاه تاثیر می‌گذارد (Shakirova and Sahabutdinova, 2003).

نتایج نشان داد محلول‌پاشی برگی اسید سالیسیلیک و اوره موجب افزایش تعداد میانگره شد(جدول ۲). طی گزارشی کاربرد اسید سالیسیلیک به صورت اسپری برگی در گیاه ذرت موجب افزایش تعداد میانگره و ارتفاع بوته شد (Khodary, 2004). همچنین افزایش ارتفاع گیاه بادرنجبویه با مصرف نیتروژن با افزایش تعداد میان‌گره همراه بوده است (Abbaszadeh et al., 2006) که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد.

طول میانگره در پاسخ به محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اوره افزایش یافت (جدول ۲). اسید سالیسیلیک به عنوان تنظیم کننده رشد بالقوه سبب بهبود جذب عناصر غذایی در طول دوره رشد گیاه می‌شود که این خود می‌تواند باعث افزایش ویژگی‌های رویشی گیاه شود (Eraslan et al., 2007) و به تبع این رشد ویژگی‌هایی از جمله طول میان‌گره افزایش می‌یابد. مطابق با نتایج این تحقیق اثر مثبت محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر شاخص‌های رشدی گیاهان ریحان و مرزنجوش گزارش شده است (Abdel and Gharib, 2006).

نتایج تحقیق حاضر بیانگر افزایش طول برگ در تیمارهای محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اوره بود (جدول ۲). مصرف اسید سالیسیلیک با افزایش میزان کلروفیل در برگ‌هایی که در آغاز فرآیند پیری هستند می‌تواند سبب افزایش فتوسنتز و در نتیجه افزایش رشد شود. مطابق با نتایج بدست آمده از این تحقیق گزارش شده است استفاده از اسید سالیسیلیک به صورت محلول‌پاشی تعداد برگ را در گیاهان پنیرک و بادرشبو افزایش داد (Nourafcan and Mahboubi, 2017). تیمار فلفل با اسید سالیسیلیک نیز افزایش برگ را سبب شده است (Mendoza et al., 2002).

از آن‌جایی که دسترسی به عناصر غذایی نقش بسیار مهمی در تولید برگ‌ها دارد تأثیر این عناصر به خصوص نیتروژن بر افزایش رشد رویشی گیاه منتج به افزایش طول برگ در بوته شد (جدول ۲). مطابق با نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر گزارش شده است که مصرف اوره به صورت محلول‌پاشی برگی موجب افزایش طول برگ گیاه بادرنجبویه شده است (Abbaszadeh et al., 2006) که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. همچنین گزارش شده است که کاربرد اسید سالیسیلیک به صورت اسپری برگی موجب افزایش طول برگ در گیاه مریم‌گلی‌کبیر (Kashefi et al., 2015) و سطح برگ در گل همیشه بهار (Bayat et al., 2012) شد. براساس نظر محققین این افزایش سطح برگ طی محلول پاشی را می‌توان به اثر مثبت اسید سالیسیلیک بر افزایش متابولیسم CO_2 و میزان فتوسنتز نسبت داد (Jamali et al., 2013).

محلول‌پاشی برگی اسید سالیسیلیک و اوره موجب افزایش تعداد شاخه جانبی شد (جدول ۲). در تطابق با نتایج تحقیق حاضر گزارش شده است محلول‌پاشی برگی اسید سالیسیلیک موجب افزایش تعداد شاخه در گیاه بادرشبو شده است (Nourafcan and Mahboubi, 2017). همچنین مصرف کود اوره به صورت محلول‌پاشی بر اندام‌هوایی گیاه بادرنجبویه موجب افزایش سرشاخه‌های این گیاه گردید

(Abbaszadeh et al., 2005) که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارند.

نتایج تحقیق حاضر بیانگر افزایش وزن تر و خشک ریزوم در تیمارهای محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اوره بود (جدول ٤). همسو با نتایج بدست آمده گزارش شده است که کاربرد اسپری برگی اسید سالیسیلیک در گیاه ذرت باعث افزایش وزن تر و خشک ریشه شده است (Khodary, 2004). همچنین افزایش وزن خشک ریشه اسطوخودوس با مقادیر مختلف نیترات آمونیم گزارش شده است (Mardaninejad, 2003) که با تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. اثر مثبت محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر طول ریشه گیاه سرخارگل نیز گزارش شده است (Darvizheh et al., 2019). به نظر می‌رسد محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با افزایش هورمون‌های رشد مانند اکسین و سیتوکینین باعث بهبود طول ریشه از طریق تاثیر بر مریستم انتهایی ریشه می‌شود (Habba et al., 2016).

وزن تر و خشک اندام هوایی در پاسخ به محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اوره افزایش یافت (جدول ٦). به نظر می‌رسد اسید سالیسیلیک با افزایش فعالیت آنزیم رابیسکو و بهبود فتوسنتز و همچنین جذب بیشتر عناصر، سبب بهبود رشد ریشه و اندام هوایی می‌شود (Popova et al., 2009). مصرف اسید سالیسیلیک به صورت محلول‌پاشی برگی روی گیاه مرزه (Hayati et al., 2011) و سرخارگل (Darvizheh et al., 2019) باعث افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی شد که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد.

نتایج تحقیق حاضر بیانگر افزایش تعداد، طول و قطر میوه در تیمارهای محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اوره بود (جدول ٦). طی تحقیقی گزارش شده که کاربرد کود نیتروژن عملکرد سرشاخه‌های گلدار بادرنجبویه را افزایش داده است (Abbaszadeh et al, 2006). همچنین در مطالعه اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیک بر گیاه بابونه، افزایش تعداد گل مشاهده شد (Najafian et al., 2009). نیتروژن یکی از اساسی‌ترین عناصر برای افزایش تولید محصول در گیاهان می‌باشد. به نظر می‌رسد نیتروژن از طریق افزایش سطح برگ و افزایش ساخت مواد هیدروکربنه بیشتر منجر به بزرگ‌تر شدن اندازه سلول‌ها و به تبع طول و قطر میوه می‌شود. اسید سالیسیلیک نیز در طویل شدن و تقسیم سلولی به همراه مواد دیگری از جمله اکسین نقش دارد (Eskandari zanjani et al., 2013).

بر طبق نتایج تحقیق حاضر، محلول‌پاشی اوره اثر معنی‌داری روی ترکیبات فنلی و فلانوئیدی گیاه عروسک پشت پرده نداشت اما کاربرد اسید سالیسیلیک منجر به افزایش ترکیبات مذکور در گیاه شد (جدول ۷). زمانی که بیوماس در پاسخ به افزایش نیتروژن افزایش می‌یابد غلظت ترکیبات فنلی کاهش می‌یابد، چرا که افزایش نیاز گیاه به پروتئین، تجمع ترکیبات فنلی را کاهش می‌دهد. همچنین افزایش تجمع وزن خشک غلظت ترکیبات فنلی را رقیق می‌کند. در واقع نیتروژن علاوه بر تأثیر بر رشد، عملکرد و کیفیت گیاه، بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه مانند فلاونوئید، فنل و کارتنوئید و غیره را تعدیل می‌کند (Ibrahim et al., 2010). احتمال دیگری که مطرح می‌شود این است که با کاهش عرضه منابع کودی عملکرد فتوسنتز کمتر می‌شود بنابراین چرخه نیتروژن آنزیمی به متابولیت‌های ثانویه نیاز دارد که این امر موجب افزایش متابولیت‌های ثانویه می‌شود. در واقع با کاهش مصرف منابع نیتروژن میزان فنل و فلاونوئید افزایش می‌یابد چرا که در مقادیر پایین نیتروژن گیاه، کربوهیدرات اضافی انباشته شده به سمت تولید متابولیت‌های ثانویه مانند فنل و فلاونوئید هدایت می‌شود در واقع سطوح بالای عنصر نیتروژن

با تأثیر منفی در بیوسنتز فلاونوئیدها در گیاهان همراه است (Kheiry et al., 2018). نتایج مطالعات Ibrahim و همکاران (۲۰۱۰) بر روی گیاه *Labisia pumila* نشان داد که بیشترین محتوای کوئرستین در مقادیر پایین نیتروژن بدست آمد که نتایج این تحقیق را تأئید می‌کند. اسید سالیسیلیک به طور مستقیم و غیرمستقیم بر فلاونوئیدها اثر می‌گذارد (Wang et al., 2015; Radwan, 2012; Kovacik et al., 2008). افزایش ترکیبات فنلی با القای فعالیت ویژه آنزیم‌های فنیل آلانین آمونیالیاز و تیروزین آمونیالیاز که آنزیم‌های کلیدی در تولید این ترکیبات هستند، بواسطه تیمار اسید سالیسیلیک رخ می‌دهد (Beaudoin-Eagan and Thorpe, 1985). ارتباط بین فعالیت این آنزیم‌ها و اسید سالیسیلیک بیان کننده نقش تنظیمی اسید سالیسیلیک در سنتز ترکیبات فنلی می‌باشد (Chen et al., 2006). افزایش ترکیبات فنلی با اسید سالیسیلیک همچنین می‌تواند به دلیل تولید ROS توسط اسید سالیسیلیک با توجه به نقش آن در پیام رسانی در گیاه باشد. مطالعات قبلی نیز افزایش فنل کل را در تیمار اسید سالیسیلیک گزارش کرده‌اند (Guleria et al., 2005; Pérez-Balibrea et al., 2011 Kumar et al., 2013).

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طورکلی نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد سطوح مختلف اسید سالیسیلیک و کود اوره به صورت محلول‌پاشی موجب توسعه صفات رشدی و عملکرد کمی و کیفی گیاه عروسک پشت پرده شدند. اوره در غلظت یک و دو درصد و اسید سالیسیلیک در غلظت ۰/۰۱ میلی‌مولار روی صفات مورفولوژیک اندام هوایی و ریشه گیاه تأثیر حداکثری از خود نشان دادند. از طرفی محلول‌پاشی اوره تاثیری روی ترکیبات لوتئولین، کوئرستین، کامپفرول، اسید فرولیک و اسید کلوروژنیک گیاه عروسک پشت پرده نداشت اما بیشترین میزان ترکیبات فلاونوئیدی و فنلی مذکور بواسطه کاربرد اسید سالیسیلیک بدست آمد. اسید سالیسیلیک (به عنوان یک هورمون تنظیم کننده رشد و نمو با تاثیرات مهم روی جنبه‌های مختلف زیستی) بر بهبود ویژگی‌های رویشی و عملکرد کیفی گیاه عروسک پشت پرده تاثیر مثبتی داشته است که در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و کشاورزی پایدار ارزشمند است.

References

1. Abbaszadeh, B., Sharifi Ashourabadi, E., Ardakani, M.R. and Paknejad, F. 2005. Effect of spraying of nitrogen fertilizer on *Melissa officinalis* L. yield in the greenhouse condition. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 21(2): 207-216. (In Persian).
2. Abbaszadeh, B., Sharifi Ashourabadi, E., Ardakani, M.R., Lebaschi, M.H., Safikhani, F. and Naderi Hadjibagher Kandi, M. 2006. Effect of application methods of nitrogen fertilizer on essential oil content and composition of balm (*Melissa officinalis* L.) under field condition. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(3): 223-230. (In Persian).
3. Abdel, F. and Gharib, L. 2006. Effect of salicylic acid on the growth, metabolic activities and oil content of basil and marjoram. International. Journal of Agricultural Biology, 4: 458-492.
4. Akinsulier, R.O., Aibinu, I.E., Adenipekun, T., Adelowotan, T. and Odugbemi, T. 2007. Invitro antimicrobial activity of crude extracts from plants *Bryophyllum pinnatum* and *Kalanchoe crenata*. African Journal Traditional, 4(3): 334-348.
5. Amiri, A., Yadolahi, P., Siroosmehr, A. and Esmaeilzadeh, S. 2015. Effect of drought stress and chitosan and salicylic spray on morphological parameters of *Carthamus tinctorius* L. in Sistan.

Journal of Oil Plant Production, 2: 1. 43-56. (In Persian)
6. Bayat, H., Alirezaie, M. and Neamati, H. 2012. Impact of exogenous salicylic acid on growth and ornamental characteristics of Calendula (*Calendula officinalis* L.) under salinity stress. Journal of Stress Physiology and Biochemistry, 8: 258-267. (In Persian).
7. Beaudoin-Eagan, L.D. and Thorpe, T.A. 1985. Tyrosine and phenylalanine ammonia lyase activities during shoot initiation in tobacco callus cultures. Plant Physiology, 78: 438-441.
8. Chen, J.Y., Wen, P.F., Kong, W.F., Qiu-Hong, P., Ji-Cheng, Z., Jing-Ming, L., Si-Bao, W. and Wei-Dong, H. 2006. Effect of salicylic acid on phenylpropanoids and phenylalanine ammonia-lyase in harvested grape berries. Postharvest Biology and Technology, 40: 64-72.
9. Darvizheh, H., Zahedi, M. and Abbaszadeh, B. 2019. Effects of foliar application of salicylic acid and spermine on the growth and root morphological characteristics of purple coneflower (*Echinacea purpureal*) under drought stress. Journal of Plant Process and Function, 8(30): 225-242. (In Persian).
10. Eraslan, F., Inal, A., Gunes, A. and Alpaslan, M. 2007. Impact of exogenous salicylic acid on growth antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. Scientia Horticulturae, 113:120-128.
11. Eskandari Zanjani, K., Shirani Rad, A.H., Moradi Agdam, A. and Taherkhani, T. 2013. Effect of salicylic acid application under salinity conditions on physiologic and morphologic characteristics of artemisia (*Artemisia annua* L.). Journal of crop Ecophysiology, 6(4): 415-428. (In Persian).
12. Forouzandeh, M., Mohkami, Z. and Fazelinasab, B. 2019. Evaluation of biotic elicitors foliar application on functional changes, physiological and biochemical parameters of fennel (*Foeniculum vulgare*). Journal of Plant Production Research, 25: 49-65. (In Persian).
13. Ghasemi Pirbalouti, A., Nekoei, M., Rahimmalek, M. and Malekpoor, F. 2019. Chemical composition and yield of essential oil from lemon balm (*Melissa officinalis* L.) under foliar applications of jasmonic and salicylic acids. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 19: 101-114.
14. Guleria, S., Sohal, B. and Mann, A. 2005. Salicylic acid treatment and/or *Erysiphe polygoni* inoculation on phenylalanine ammonia-lyase and peroxidase content and accumulation of phenolics in pea leaves. Journal of Vegetable Science, 11: 71-79.
15. Habba, E., EL-Abdel Aziz, N.G., Sarhan, A.M.Z., Arafa, A.M.S. and Youssef, N.M. 2016. Effect of putrescine and growing media on vegetative growth and chemical constituents of *Populus euramericana* plants. Journal of Innovations in pharmaceuticals and Biological Sciences, 3: 61-73.
16. Hakimi, L., Naiebzadeh, M. and Khaligi, A. 2019. Investigating the effect of glycine betaine and humi-forthi on morpho-physiological and biochemical properties *Pelargonium graveolens* under water stress. Journal of Plant Production Research, 26(3): 37-56. (In Persian).
17. Hayati, P., Sharifi-e Shayghan, M., Hayati, P. and Rowshan Sarvestani, V. 2011. Effect of salicylic acid on morphological and physiological characteristics of sweetheart. Proceedings of the 7th Iranian Horticultural Science Congress. Isfahan, Iran. (In Persian).
18. Ibrahim, M.H., Jaafar, H.Z., Rahmat, A. and Rahman, Z.A. 2010. The relationship between phenolics and flavonoids production with total nonstructural carbohydrate and photosynthetic rate in *Labisia pumila* Benth. under high CO_2 and nitrogen fertilization. Molecules, 16(1): 162-174.
19. Jamali, B., Eshghi, S. and Tafazoli, E. 2013. Vegetative growth, yield, fruit quality and fruit and leaf composition of strawberry cv. 'Pajaro' as influenced by salicylic acid and nickel sprays. Journal

of Plant Nutrition, 36: 1043-1055. (In Persian).
20. Jamshidi, E., GHalavand, A., Sefidkon, F. and Mohammadi Goltapeh, E. 2012. Effect of different nutrition systems (organic and chemical) on quantative and qualative characteristics of Fennel (*Foeniculum Vulgare* Mill.) under water deficit stress. Bimontly Iranian Jouranal of Medicinal and Aromatic Plants, 28(2): 309-323. (In Persian).
21. Kahlel, A.M.S. and Sultan, F.I. 2019. Response of four potato cultivars to soil application with organic and amino acid compounds. Research on Crops, 20(1): 101-108.
22. Kashefi, B., Ghods, M. and Moghaddam, M. 2015. Salicylic acid application on some morphological and physiological traits in clary sage under salinity stress. Journal of Crops Improvement, 17(2): 431-440.
23. Khan, M.I., Fatma, M., Per, T.S., Anjum, N.A. and Khan, N.A. 2015. Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. Frontiers in Plant Science, 6: 462.
24. Kheiry, A., Parsa, H., Sani Khani, M. and Razavi, F. 2018. Effect of bio-fertilizers and nitrogen on quantitative and qualitative characteristics of petal in Saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy and Technology, 6(3):309-322. (In Persian).
25. Khodary, S.E.A. 2004. Effect of Salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants. International Journal of Agriculture and Biology, 3(12): 1434-1039.
26. Khoshpeyk, S., Sadrabadi Haghighi, R. and Ahmadian, A. 2017. The effect of application of nitrogen fertilizer and nano-organic manure on yield, yield components and essential oil of Fennel (*Foeniculum vulgar* Mill.). Iranian Journal of Field Crops Research, 14(4):775-787. (In Persian).
27. Kovacik, J., Backo, M. and Kadukova, J. 2008. Physiological responses of *Matricaria chamomilla* to cadmium and copper excess. Environmental Toxicology, 23: 123-130.
28. Kumar, D., Mishra, D.S., Chakraborty, B. and Kumar, P. 2013. Pericarp browning and quality management of litchi fruit by antioxidants and salicylic acid during ambient storage. Journal of Food Science and Technology, 50: 797-802.
29. Mardaninejad, S., Kholdbarin, B., Saadat, Y. and Morad Shahi, A.S. 2003. Vegetative behaviors and the amount of lavender essential oil in response to different amounts of ammonium nitrate. Journal of Research in Iranian Medicinal Plants and Herbs, 19(1): 15-35. (In Persian).
30. Mendoza, A.B., Godina, F.R., Torres, V.R., Rodriguez, H.R. and Maiti, R.K. 2002. Chilli seed treatment with salicylic and sulfosalicylic acid modifies seedling epidermal anatomy and cold stress tolerance. Crop Research, 24(1): 19-25.
31. Miura, K. and Tada, Y. 2014. Regulation of water, salinity, and cold stress responses by salicylic acid. Plant Science Journal, 5: 410.
32. Najafian, S., Negahban, M., Tarakemeh, A. and Ghasemiyan, S.M. 2009. Effect of salicylic acid on some morphological and physiological characteristics of chamomile. 6th Iranian Horticultural science congress, Rasht, Iran, 1117-1119. (In Persian).
33. Nourafcan, H. and Mahboubi, A. 2017. The effect of salicylic acid foliar spraying on morphophysiological characteristics of common mallow and Moldavian balm. Agroecology Journal, 13(3): 25-33. (In Persian).
34. Pérez-Balibrea, S., Moreno, D.A. and García-Viguera, C. 2011. Improving the phytochemical composition of broccoli sprouts by elicitation. Food Chemistry, 129: 35-44.
35. Picard, D., Ghiloufi, M., Saulas, P. and Tourdonnet, S. 2010. Does under sowing winter wheat with a cover crop increase competition for resources and is it compatible with high yield? Field Crops Research, 115: 9–18. Razavi Publications, Beh Nashr. 438 pp. (In Persian).
36. Popova, L.P., Maslenkova, L.T., Yordanova, R.Y., Ivanova, A.P.,

Krantev, A.P., Szalai, G. and Janda, T. 2009. Exogenous treatment with salicylic acid attenuates cadmium toxicity in pea seedlings. Plant Physiology and Biochemistry, 47: 224-231.

37. Rabie, M.A., Soliman, A.Z., Diaconeasa, Z.S. and Constantin, B. 2015. Effect of pasteurization and shelf life on the physicochemical properties of Physalis (*Physalis peruviana* L.) juice. Journal of Food Processing and Preservation, 39 (6): 1051-1060.
38. Radwan, D.E.M. 2012. Salicylic acid induced alleviation of oxidative stress caused by clethodim in maize (*Zea mays* L.) leaves. Pesticide Biochemistry and Physiology, 102: 182-188.
39. Sabeti Amizhendeh, M.A., Fallah Nosrat Abadi, A., Norouzi, M., Amiri, A. and Azarpour, A. 2011. Effect of nitrogen and azotobacter on some quantitative and qualities characteristics garmkhane'e tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Journal of Soil and Water, 22(2): 149-135. (In Persian).
40. Saharkhiz, M.J. and Goudarzi, T. 2014. Foliar application of salicylic acid changes essential oil content and chemical compositions of peppermint (*Mentha piperita* L.). Journal of Essential Oil Bearing Plants, 17: 435-440.
41. Shakirova, M.F., Sahabutdinova, A.R., Bezrukova, M.V., Fatkhutdinova, R.A. and Fatkhutdinova, D.R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Science, 164.3: 317-322.
42. Travlos, I.S. 2012. Invasiveness of cut-leaf ground-cherry (*Physalis angulate* L.) populations and impact of soil water and nutrient availability. Chilean Journal of Agricultural Research, 72: 358-363.
43. Wang, Z., Ma, L., Zhang, X., Xu, L., Cao, J. and Jiang, W. 2015. The effect of exogenous salicylic acid on antioxidant activity, bioactive compounds and antioxidant system in apricot fruit. Scientia Horticulture, 181: 113-120.
44. Yavas, I. and Unay, A. 2016. Effects of zinc and salicylic acid on wheat under drought stress. The Journal of Animal and Plant Sciences, 26(4):1012-101.

Effect of foliar application of urea and salicylic acid on morphological traits and phytochemical compounds of *Physalis alkekengi* L.

Pezeshki, A.[1], Nourafkan, H.[2]*, Orei, M.[2], Mohabelipour, N.[3], Asadi, A.[4]

[1]PhD student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Miyaneh Branch, Islamic Azad University, Miyaneh, Iran

[2]Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Miyaneh Branch, Islamic Azad University, Miyaneh, Iran

[3]Assistant Professor, Department of Agriculture and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Miyaneh Branch, Islamic Azad University, Miyaneh, Iran

[4]Assistant Professor, Department of Veterinary Medicine, Faculty of Agriculture, Miyaneh Branch, Islamic Azad University, Miyaneh, Iran

Received: 6-11-2021; Accepted: 1-1-2022

Abstract

Physalis alkekengi L. belongs to the Solanacae family and its fruit is widely used in traditional medicine to treat diseases such as kidney and urinary tract stones, gout and hepatitis. Since the use of biostimulants in agriculture can be effective in improving the quantity and quality of active ingredients of medicinal plants and improving their yield, in this study, to evaluate the effect of salicylic acid and urea foliar application on morphological characteristics and phytochemical composition of this plant an experiment in a completely randomized design in research greenhouse of Islamic Azad University, Miyaneh Branch in 2019 was conducted. Spraying salicylic acid (0.001, 0.0025, 0.005 and 0.01 mM) and urea (0.25, 0.5, 1 and 2%) was applied in three stages with an interval of 10 days in three repetitions. Extraction was performed simultaneously with harvest (mid-September) by soaking method and the amount of phytochemical compounds in the shoot was determined using HPLC. Based on the results of variance analysis, the effect of foliar application on all morphological traits of shoots (except leaf width), root morphological traits and yield traits was significant. Increasing the concentration of urea and salicylic acid in most of the measured traits showed a positive effect. The highest increase in the mentioned traits was mainly related to the concentrations of 1% and 2% urea and salicylic acid 0.01 mM. Compared to the control, concentrations of 1% urea and 0.01 mM salicylic acid increased the number of fruits (76.8% and 64.6%, respectively), fruit diameter (17.3% and 25.7%, respectively), fruit length (15.07 and 33.4%, respectively), fresh weight of shoots (29.9 and 56.4%, respectively) and dry weight of shoots (28.4 and 61.4%, respectively). In addition, with increasing salicylic acid concentration the amount of luteolin, quercetin, campferol, ferulic acid and chlorogenic acid increased compared to the control treatment.

***Keywords*:** Foliar application, Urea, Salicylic acid, *Physalis alkekengi* L., Phytochemical

*Corresponding author; nourafcan@m-iau.ac.ir