تأثیر اسید سالیسیلیک و اسید ایندول استیک بر اسانس و مواد مؤثره نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) و بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.)

سمیه احمدی، مهراب یادگاری* و بهزاد حامدی

گروه زراعت و گیاهان دارویی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۲۳، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۶/۰۴/۳۱)

چکیده

تنظیم‌کننده‌های رشدی نقش حیاتی در طی مراحل رشد و نمو گیاهان ایفا می کنند و کاربرد آن‌ها می تواند باعث بهبود و افزایش عملکرد گیاهان شود. در این تحقیق اثرات کاربرد محلول‌پاشی دو هورمون اسید سالیسیلیک و اسید ایندول استیک بر عملکرد کمی و کیفی اسانس گیاهان اسانس نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) و بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) از خانواده‌ی نعناعیان (Lamiaceae) بررسی گردید. این پژوهش به صورت گلدانی، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٤ تکرار در سال زراعی ۱۳۹٤ انجام شد. سطوح تیماری اسید ایندول استیک (۰، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی‌گرم در لیتر) و اسید سالیسیلیک (۰،۱، ۱۰ و ۲۰ میلی‌مولار) روی گیاهان مذکور در دو مرحله ٦ و ۸ برگی، محلول‌پاشی شدند و بعد از ۳ هفته از اعمال تیمار دوم که برگ‌ها به ۱٦-۲۲ برگی رسیده بودند، اقدام به برداشت گردید. در ساختار هوایی نعناع فلفلی و بادرنجبویه، به ترتیب ۲۸ و ۲۳ ترکیب شناسایی شد. بیشترین اجزای موجود در اسانس بادرنجبویه (بیش از ٦۵٪) ژرانیال، نرال و منتول و در نعناع فلفلی (بیش از ۷۰٪) منتول، منتون و ایزومنتون بودند. نتایج نشان داد که تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک ۱۰ میلی‌مولار و اسید ایندول‌استیک ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر، در بالابردن میزان کمی و کیفی اسانس گیاهان تحت بررسی بهترین تیمار بود. به نظر می‌رسد که هورمون‌های مورد استفاده در این تحقیق منجر به افزایش عملکرد و به تبع آن میزان و اجزای سازنده اسانس هر دو گیاه شدند.

کلید واژه‌ها: ژرانیال، گیاه دارویی، منتول، منتون، نرال، محرک گیاهی.

مقدمه

نعناع فلفلی (Peppermint) یکی از مهمترین گیاهان دارویی متعلق به خانواده Lamiaceae است که بومی مناطق معتدله دنیا به ویژه اروپا، آمریکای شمالی و شمال آفریقاست، اما امروزه در سراسر دنیا کشت می شود (Leung and Foster, 1996). این گیاه هیبریدی از طلاقی دو گونه *Mentha spicata* × *Mentha aquatica* است. منتول، منتون، کاروون، لیمونن و ۱و۸- سینئول ترکیبات عمده این گیاه هستند که دارای خواص مختلف دارویی از جمله ضد اسپاسم، ضد نفخ، رفع سوء هاضمه، اثرات ضد التهابی و ضد میکروبی هستند (Vesna and Biljana., 2015; Figurera *et al.*, 2014). از دیگر گیاهان دارویی ارزشمند در این خانواده بادرنجبویه با نام علمی *Melissa officinalis* L.، گیاهی دارویی و چندساله است. مهمترین مواد مؤثره تشکیل دهنده‌ی اسانس در آن شامل سیترونلال، سیترال، ژرانیول، لینالول، اسید رزماری و استات اوگنول است (Yadegari, 2016) که منجر به خواص دارویی

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی:mehrabyadegari@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.16.5]

از جمله درمان ناراحتی‌های اعصاب، رفع قولنج، تنگی نفس مزمن، تب و لرز و اثرات ضد میکروبی گردیده است (Bennett, 2003; Agata *et al.*, 1993).

ترکیبات ثانویه در گیاهان دارویی نقش مهمی در بهبود، درمان یا پیشگیری از بیماری‌ها دارند که به آن‌ها، ماده مؤثره گفته می‌شود. در بسیاری موارد، این ترکیبات به عنوان فرآیند دفاعی گیاه در برابر هجوم میکروارگانیسم‌ها، حشرات و گیاه خواران بیان می شوند. برخی نظیر ترپنوئیدها باعث بوی خاص گیاهان می‌شوند و برخی دیگر مثل کوئینون‌ها انواع رنگ‌های گیاهی را بوجود می‌آورند. بسیاری از این ترکیبات هم مسئول مزه گیاه هستند(Bari and Jones, 2009). ترکیبات ثانویه به خصوص اسانس تحت تأثیر نوع مدیریت از جمله استفاده از عناصر غذایی و هورمون‌های رشد، قرار می‌گیرند. تنظیم‌کننده‌ها، پیام‌رسان‌های شیمیایی هستند که در یک سلول یا بافت تولید می‌شوند و فرآیندهای سلولی را در سلولی دیگر با برهم‌کنش با پروتئین‌ها تنظیم می‌کنند (Pugnaire and Valladares, 2007; Basil *et al.*, 2007). یکی از رهیافت‌های نوین در بهبود کمی و کیفی محصولات کشاورزی استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد، است. اسید سالیسیلیک (SA) با نام ۲-هیدروکسی بنزوئیک اسید یا اورتوهیدرکسی بنزوئیک اسید (Popova *et al.*, 2003)، یک ترکیب فنلی است که در برخی بافت‌های گیاهی به فراوانی یافت می شود (Kachroo and Kachroo, 2007). تأثیر اسید سالیسیلیک بر تولید متابولیت‌های ثانویه به ماهیت ترکیب هدف و تفاوت ژنتیکی و مسیرهای متابولیسمی گیاهان، بستگی دارد (Wang and Li, 2006, 2007). گزارش‌های متعددی مبنی بر نقش اسید سالیسیلیک در کاهش اثرات ناشی از تنش‌ها وجود دارد. از جمله اسید سالیسیلیک با اثر بر روی آنزیم‌های آنتی اکسیدان مانند کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز، پلی‌فنل اکسیداز، پراکسیداز و متابولیت هایی مانند آسکوربیک اسید و گلوتاتیون ، منجر به رفع اثرات فلزات سنگین (Metwally *et al.*, 2003)، افزایش فتوسنتز و تعرق (Najafian *et al.*, 2009)، سمیت‌زدایی و تحمل به شوری (Joseph *et al.*, 2010; Delavari *et al.*, 2010)، افزایش روتین، کوئرستین و فلاونوئیدها در بنفشه (*Viola cornuta* L.) (Ghorbani *et al.*, 2013)، افزایش محتوای کلروفیل و کارتنوئید ذرت (*Zea mays* L.) (Khodary, 2004)، کاهش رشد انتهایی گوجه‌فرنگی (*Lycopersicum esculentum* Mill.) (Shahba *et al.*, 2010) و تولید مواد فنولی و کاهش تجمع یون‌های سمی بواسطه اثرات آنتی اکسیدانی در ذرت (Kantev *et al.*, 2008)، آویشن (*Thymus membranceus* L.) (Victor Perez *et al.*, 2012) و نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) (Figurera *et al.*, 2014) می‌شود.

از دیگر هورمون‌های گیاهی اکسین است که نخستین هورمونی است که در گیاهان کشف شد. فراوان‌ترین شکل طبیعی آن، اسید ایندول استیک (IAA) است. یکی از مهمترین نقش‌های اکسین در گیاهان عالی تنظیم رشد طولی در ساقه‌ها وکلئوپتیل‌های جوان است (Hayward *et al.*, 2009). اسید ایندول استیک باعث افزایش عملکرد اسانس در ریحان (*Ocimum gratissimum* L.) (Hozzoumi *et al*, 2014)، تحریک تولید هورمون‌های آبسیزیک اسید، نفتالن استیک اسید و اسید جیبرلیک و در نتیجه تغییرات مورفولوژیکی(Hakan and Kerim, 2013) و فیتوشیمیایی در بادرنجبویه (Bari and Jones, 2009)، و به‌لیمو (*Lippia citriodora* L.) (Nourafcan *et al.*, 2014) می‌شود.

با توجه به بررسی منابع، تاکنون مطالعه‌ای در خصوص اثر محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک و اسید ایندول استیک بر میزان عملکرد اندام هوایی و خصوصیات فیتوشیمیایی گیاهان دارویی بادرنجبویه و نعناع فلفلی، انجام نشده است، لذا هدف این تحقیق بررسی سطوح مختلف این دو هورمون بر ترکیبات اسانس ساختار هوایی بادرنجبویه و نعناع فلفلی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت طرح کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل دو عامله با ۳ تکرار به صورت گلدانی در فصل بهار و تابستان سال ۱۳۹٤ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد انجام شد.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.16.5]

جدول۱- مشخصات اقلیمی و خاکشناسی منطقه مورد مطالعه

فسفر	پتاسیم	نیتروژن	هدایت الکتریکی	کربن آلی	اسیدیته	ارتفاع	متوسط بارندگی سالیانه	متوسط درجه حرارت سالیانه	متوسط حداکثر درجه حرارت	متوسط حداقل درجه حرارت
میلی گرم بر لیتر			dS/m	درصد		متر	میلی‌متر	درجه سانتیگراد		
۸۰	۲٤۰	۰/۰٦	۰/٤۷	۰/۸	۷/۹	۲۰٦۰	٦۵۰	۱۲	۲۷	-۳۱

موقعیت جغرافیایی منطقه، ۵۰ درجه و ۵٦ دقیقه شرقی و ۳۲ درجه و ۱۸ دقیقه شمالی بود. مشخصات خاک و اقلیم منطقه در جدول ۱ آمده است. نشاءهای گیاهان نعناع فلفلی و بادرنجبویه تهیه شده از شرکت پاکان بذر اصفهان، در گلدان‌هایی به ابعاد (ارتفاع ۲۰ و شعاع۲۱ سانتیمتر) کشت شدند. خاک محتوی گلدان‌ها به نسبت خاک مزرعه (٦)، کود (۱) و ماسه (۱) استفاده شد. ویژگی‌های خاک مورد استفاده در جدول ۱ آمده است. در مرحله ٦ و ۸ برگی اقدام به محلول پاشی تیمارهای اسید سالیسیلیک و اسید ایندول‌استیک، در صبحگاه شد (رحیم ملک و یادگاری، ۱۳۹۱). تیمارهای مورد آزمایش در این بررسی شامل اسید سالیسیلیک (SA) در ٤ سطح ۰، ۱، ۱۰ و ۲۰ میلی‌مولار و اسید ایندول استیک (IAA) در ٤ سطح ۰، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی‌گرم در لیتر بود. بعد از ۳ هفته از تیمار دوم و پس از رسیدن گیاه به مرحله ۱٦-۲۲ برگی، اقدام به برداشت گردید. نمونه‌ها در سایه با تهویه مناسب و دمای معمولی اتاق (۲۵-۳۰ درجه سانتیگراد) به‌طور کامل خشک شدند. بعد از برآورد وزن خشک، اسانس‌گیری توسط کلونجر صورت گرفت. اسانس گیاهان مورد نظر پس از آماده‌سازی، جهت شناسایی ترکیبات به دستگاه GC مدل Agilent 7890 A و GC/MS مدل Agilent 5975 C مجهز به ستون موئینه HP-5MS به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میکرون با محدوده دمایی آون ستون از ٦۰ تا ۲٤۰ درجه سانتیگراد تزریق گردید. شناسایی طیف‌ها به کمک شاخص بازداری آن‌ها و مقایسه آن با شاخص‌های موجود در کتب مرجع و مقالات و با استفاده از طیف‌های جرمی استاندارد انجام گرفت (Adams, 2001). در نهایت میزان اسانس و ترکیبات مؤثره اسانس برآمده از این گیاهان تحت تیمارهای مختلف هورمون‌های اسید سالیسیلیک و اسید ایندول استیک، بواسطه نرم افزار آماری SASver.8 مورد تجزیه آماری قرار گرفت. مقایسات میانگین از روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح ۵٪ انجام شد. همبستگی ساده بین وزن خشک اندام هوایی گیاهان، اسانس و اجزای اسانس از روش پیرسون برآورد گردید.

نتایج و بحث

نتایج برآمده از این تحقیق نشانگر شناسایی ۲۸ ترکیب در اسانس ساختار هوایی گیاه نعناع فلفلی و ۲۳ ماده مؤثره در اسانس ساختار هوایی گیاهان بادرنجبویه تحت تیمارهای اسید سالیسیلیک و اسید ایندول استیک بود. بیشترین اجزای موجود در اسانس بادرنجبویه (بیش از ٦۵٪) ژرانیال، نرال و منتول و در نعناع فلفلی (بیش از ۷۰٪) منتول، منتون و ایزومنتون بودند. کاربرد دو هورمون اسید سالیسیلیک و اسید ایندول استیک به صورت ترکیبی و منفرد، بر اسانس و ترکیبات مؤثره اسانس گیاهان تحت بررسی اثرات معنی‌داری داشت (جدول ۲). درگروه‌بندی تیمارهای آزمایشی با استفاده از روش حداقل اختلاف معنی‌دار، بیشترین مقدار اسانس در گیاهان نعناع فلفلی، توسط تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک۱۰میلی‌مولار و اسید ایندول استیک ۱میلی‌گرم در لیتر و کمترین میزان، در تیمار اسید ایندول‌استیک ۱/۵میلی‌گرم در لیتر به دست آمد. در مورد گیاهان بادرنجبویه بیشترین میزان اسانس توسط تیمار هورمون اسید سالیسیلیک۱میلی‌مولار و کمترین میزان در تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک۲۰ میلی‌مولار و اسید ایندول استیک ۲

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.16.5]

جدول۲- دسته‌بندی میانگین‌های اسانس (میلی‌لیتر) و ترکیبات عمده اسانس (درصد) نعناع فلفلی تحت تأثیر هورمون‌های مختلف.

تیمار	**اسانس**	آلفاپینن	لیمونن	ایزومنتون	منتول	۱و۸-سینئول	منتون
SA0mM×IAA0mg/l	۰/۳۷ ± ۰/۰۱^{f}	۰/۵۸ ±۰/۰۱^{bc}	۲/٦۷ ± ۰/۰۱^{b}	۱۳/۷۸ ±۰/۵^{d}	۲۵/۷ ±۰/۹^{cd}	۷/۱۲ ± ۰/۱^{b}	۱۹/۳ ± ۰/۵^{d}
SA0mM×IAA1mg/l	۰/۸۲ ± ۰/۰۲^{e}	۱/۰۸ ± ۰/۱^{a}	۲/۸۷ ± ۰/۰۲^{a}	۲٦/۱۳ ±۰/۹^{a}	۳۰/۳ ±۰/۹^{bc}	۸/۷ ± ۰/۲^{ab}	۱۸/۳ ± ۰/٦^{d}
SA0mM×IAA1.5mg/l	۰/۷۲ ± ۰/۰۳^{f}	۰/۸۳ ± ۰/۱^{b}	۲/٤ ± ۰/۰۳^{c}	۱٤/۱۵ ±۰/۸^{d}	۲٤ ± ۰/۸^{cd}	٦/۳٤ ± ۰/۱^{b}	۲۳/۹ ± ۰/۹^{b}
SA0mM×IAA2mg/l	۰/۳۷ ± ۰/۰۱^{e}	۰/٦٦ ± ۰/۰۵^{d}	۲/۱۷ ± ۰/۰۱^{e}	۱۱/۷ ± ۰/٦^{d}	۲۹/٦ ± ۰/۸^{c}	۵/۲۳ ± ۰/۱^{c}	۲٤/۲ ± ۰/۸^{b}
SA1mM×IAA0mg/l	۱/۲۱ ± ۰/۰۵^{d}	۰/۷۸ ±۰/۰۷^{bc}	۲/۱۵ ± ۰/۰۱^{e}	۲۲/۳ ± ۰/۵^{b}	۳٤/۳ ± ۰/۷^{b}	۵/۷۲ ± ۰/۱^{c}	۲۰/۱ ± ۰/۷^{d}
SA1mM×IAA1mg/l	۱/۱ ± ۰/۰۵^{d}	۰/٦۵ ± ۰/۰٦^{d}	۲/۱٦ ± ۰/۰۵^{e}	۱۹/۳۳ ±۰/٦^{c}	۲۹/۸ ± ۰/۵^{c}	۵/۸۲ ± ۰/۱^{c}	۲۳/۲ ± ۰/٦^{b}
SA1mM×IAA1.5mg/l	۱/۱۸ ± ۰/۰٦^{d}	۰/۷٦ ±۰/۰۸b^{c}	۲/۱۷ ± ۰/۰٤^{e}	۲۱/۵ ± ۰/۵^{b}	۳۱/۲ ±۰/۷^{bc}	۵/۱۸ ± ۰/۱^{c}	۲٤/۱ ± ۰/۸^{b}
SA1mM×IAA2mg/l	۰/۳۲ ± ۰/۰۱^{f}	۰/۸۷ ± ۰/۰۵^{b}	۲/۱۹ ± ۰/۰٤^{e}	۲۳/۲ ± ۰/۹^{b}	۲۰/۹ ± ۰/٦^{d}	٤/۳ ± ۰/۰۵^{d}	۲۳/٦ ± ۰/٦^{b}
SA10mM×IAA0mg/l	۱/۰۵ ± ۰/۰٤^{d}	۰/۸ ± ۰/۰٤^{bc}	۲/۲ ± ۰/۰۳^{e}	۲۳/۵ ± ۰/۹^{b}	۳۱/۷ ± ۰/٦^{b}	۵/۲ ± ۰/۱^{c}	۲۱/۸ ±۰/۵^{bc}
SA10mM×IAA1mg/l	۱/٦۵ ± ۰/۰۷^{a}	۰/۷٦ ±۰/۰۳^{bc}	۲/۱۹ ± ۰/۰۱^{e}	۲۲/۱ ± ۰/۷^{b}	۳٦/۸ ± ۰/۵^{a}	۵/۱ ± ۰/۱^{c}	۲۵ ± ۰/۹^{a}
SA10mM×IAA1.5mg/l	۱/۵۸ ±۰/۰٦^{ab}	۱/۱ ± ۰/۰۵^{a}	۲/۹۱ ± ۰/۰۱^{a}	۲۷/۲ ± ۰/۸^{a}	۳٦/۲ ± ۰/٦^{a}	۹/۱ ± ۰/۱^{a}	۲۵/۷ ± ۰/۷^{a}
SA10mM×IAA2mg/l	۱/۳۸ ± ۰/۰۵^{c}	۰/۷۵ ± ۰/۰۵^{c}	۲/۱٦ ± ۰/۰٤^{e}	۲۳/۲ ± ۰/٦^{b}	۳۲/۵ ± ۰/٦^{b}	۵/۱ ± ۰/۱^{c}	۲٦/۱ ± ۰/۸^{a}
SA20mM×IAA0mg/l	۱/۲٤ ± ۰/۰٤^{c}	۰/٦۵ ± ۰/۰٤^{d}	۲/۳٤ ± ۰/۰۵^{d}	۱۷/۵ ± ۰/۷^{c}	۲۹/٤ ± ۰/۷^{c}	٤/۹ ±۰/۰٤^{cd}	۲۱/۷ ±۰/۷^{bc}
SA20mM×IAA1mg/l	۱/۱ ± ۰/۰۳^{d}	۰/٦ ± ۰/۰٤^{d}	۲/۳۸ ±۰/۰۱^{cd}	۱۸/۸ ± ۰/۷^{c}	۲۷/۳۵ ±۰/٦^{c}	۵/۲٦ ± ۰/۱^{c}	۲۳/۳ ± ۰/۸^{b}
SA20mM×IAA1.5mg/l	۰/٤۲ ± ۰/۰۱^{f}	۰/۷۵ ± ۰/۰٦^{c}	۲/٤۳ ± ۰/۰۳^{c}	۱۷/۱ ± ۰/٦^{c}	۲۵/۲ ±۰/۵^{cd}	۵/۲۸ ± ۰/۱^{c}	۲۲/۱ ±۰/٦^{bc}
SA20mM×IAA2mg/l	۰/٤۱ ± ۰/۰۱^{f}	۰/۵۱ ± ۰/۰۳^{d}	۲/٤ ± ۰/۰۳^{c}	۱۲/٤ ± ۰/۵^{d}	۲٤/۷ ±۰/٤^{cd}	۵/۳٤ ± ۰/۱^{c}	۲۱/۹ ± ۰/۷^{c}

در هر ستون حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون (LSD) می‌باشند.

ادامه جدول۲- دسته‌بندی میانگین‌های اسانس (میلی‌لیتر) و ترکیبات عمده اسانس (درصد) بادرنجبویه تحت‌تأثیرهورمون‌های‌مختلف.

تیمار	اسانس	منتول	منتان	ژرانیال	نرال	ژرانیل استات	بتاکاریوفیلن
SA0mM×IAA0mg/l	۰/۱ ± ۰/۰۰۱^{d}	۹/۹ ± ۰/۲^{d}	۷/۱ ± ۰/۱^{c}	۲۵/۳ ± ۰/۹^{c}	۱۸/۱ ± ۰/۸^{c}	۲/۳ ± ۰/۲^{d}	۳/۳ ± ۰/۱^{d}
SA0mM×IAA1mg/l	۰/۱٤ ± ۰/۰۰۱^{c}	۳۵/٤ ± ۰/۹^{a}	۱٦/۷ ± ۰/۵^{a}	۱۲/۳ ± ۰/۸^{d}	۹/۹ ± ۰/۷^{d}	۲/٦ ± ۰/۱^{d}	۲/۷۵ ± ۰/۲^{d}
SA0mM×IAA1.5mg/l	۰/۱٦ ± ۰/۰۰۲^{c}	۲۰/۹ ± ۰/۸^{b}	۱/۱ ± ۰/۲^{e}	۳۱/۲ ± ۰/۷^{b}	۱۷/۸ ± ۰/۹^{c}	۱/۱ ± ۰/۱^{d}	٤/۹ ± ۰/۳^{c}
SA0mM×IAA2mg/l	۰/۰۷ ± ۰/۰۰۲^{e}	۲۱/۳ ± ۰/۷^{b}	۱۰/۱ ± ۰/۳^{b}	۳۲/۹ ± ۰/۹^{ab}	۲۳/۱ ± ۰/۸^{b}	۵/۳ ± ۰/۲^{c}	٦/٤ ± ۰/٤^{b}
SA1mM×IAA0mg/l	۰/۲۳ ± ۰/۰۰۱^{a}	۳/۳ ± ۰/۱^{d}	۲/٤ ± ۰/۱^{d}	۳۹/۹ ± ۰/۹^{a}	۳۱/٤ ± ۰/۹^{a}	۵/٤ ± ۰/۲^{c}	۵/٤ ± ۰/۲^{c}
SA1mM×IAA1mg/l	۰/۲۱ ± ۰/۰۰۱^{a}	۷/۹ ± ۰/۲^{d}	٤/۱ ± ۰/۲^{cd}	۳۰/۹ ± ۰/۸^{b}	۲۳/۱ ± ۰/٦^{b}	۸/۱ ± ۰/٤^{bc}	٦/۹ ± ۰/۳ ^{ab}
SA1mM×IAA1.5mg/l	۰/۲ ± ۰/۰۰۲^{b}	۱۰/۳ ± ۰/۳^{cd}	٤/۵ ± ۰/۲^{cd}	۳٤/۳ ± ۰/۸^{ab}	۲٦/۸ ± ۰/۷^{b}	۸/۳ ± ۰/۵^{bc}	٦/۲ ± ۰/۳^{b}
SA1mM×IAA2mg/l	۰/۱۸ ± ۰/۰۰۲^{bc}	۲/۵ ± ۰/۲^{d}	۲/۲ ± ۰/۱^{e}	۳۷/۷ ± ۰/۸^{a}	۳۱/۸ ± ۰/۸^{a}	۹/٦ ± ۰/٦^{b}	٦/۱ ± ۰/۳^{b}
SA10mM×IAA0mg/l	۰/۱۷ ± ۰/۰۰۲b	۳/۲ ± ۰/۲^{d}	۱/۱ ± ۰/۱^{e}	۳۹/۳ ± ۰/۷^{a}	۳۲/۵ ± ۰/۸^{a}	۸/۲ ± ۰/۵^{bc}	۷/۲ ± ۰/۳^{a}
SA10mM×IAA1mg/l	۰/۱۹ ± ۰/۰۰۱^{bc}	۱۰/۲ ± ۰/۳^{cd}	۲/۳ ± ۰/۱^{e}	۳۸/۵ ± ۰/۸^{a}	۳۰/۳ ± ۰/۹^{ab}	۹/۷ ± ۰/۷^{b}	۷/٤ ± ۰/۵^{a}
SA10mM×IAA1.5mg/l	۰/۲۲ ± ۰/۰۰۱^{a}	۳۱/۲ ± ۰/٤^{a}	۱۷/۷ ± ۰/٤^{a}	۳۹/۳ ± ۰/۷^{a}	۲۰/۱ ± ۰/۸b^{c}	۱۱/۳ ± ۰/۸^{a}	۷/۲ ± ۰/۵^{a}
SA10mM×IAA2mg/l	۰/۱٦ ± ۰/۰۰۲^{c}	۸/۱ ± ۰/۵^{d}	۲/٦ ± ۰/۱^{e}	۳٦/۳ ± ۰/۹^{a}	۲۷/۸ ± ۰/۷^{b}	۱۲/۸ ± ۰/۷^{a}	۷/٤ ± ۰/٦^{a}
SA20mM×IAA0mg/l	۰/۱۲ ± ۰/۰۰۱^{cd}	۹/۵ ± ۰/٤^{d}	۱/۸ ± ۰/۱^{e}	۳٤/۸ ± ۰/۸^{b}	۲۷/۵ ± ۰/۸^{b}	۱۱/۵ ± ۰/۸^{a}	۷/۵ ± ۰/۵^{a}
SA20mM×IAA1mg/l	۰/۰۷ ± ۰/۰۰۱^{e}	۱٦/٦ ± ۰/۵^{bc}	۱۰/۱ ± ۰/۷^{b}	۳۱/٦ ± ۰/۷^{bc}	۲۳/۹ ± ۰/۹^{b}	۷/۷ ± ۰/۹^{c}	٦/۱ ± ۰/٤^{b}
SA20mM×IAA1.5mg/l	۰/۰۷ ± ۰/۰۰۱^{e}	۱٦/۳ ± ۰/۵^{bc}	۸/٦ ± ۰/٤^{bc}	۲۵/۵ ± ۰/۰۱^{c}	۲٦/۲ ± ۰/۸^{b}	٦/۹ ± ۰/۵^{c}	۵/۵ ± ۰/۳^{c}
SA20mM×IAA2mg/l	۰/۰۵ ± ۰/۰۰۲^{e}	۱٤/٤ ± ۰/٤^{bc}	۷/۷ ± ۰/٤^{bc}	۲۳/۳ ± ۰/۰۱^{c}	۲۵/۱ ± ۰/۷^{b}	۳/۹ ± ۰/۷^{d}	۳/٤ ± ۰/۲^{d}

در هر ستون حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون (LSD) می‌باشند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.16.5]

میلی‌گرم در لیتر به دست آمد (جدول ۲). در مورد اجزای تشکیل‌دهنده اسانس، در گیاهان نعناع فلفلی در اغلب موارد بیش‌ترین مقادیر به‌دست آمده در تیمارهای ترکیبی اسید سالیسیلیک۱۰ و ۲۰ میلی‌مولار و اسید ایندول استیک ۱/۵ و ۲ میلی‌گرم مشاهده شد. در مورد اجزای تشکیل‌دهنده اسانس، در گیاهان بادرنجبویه ۲۳ ترکیب شناسایی شد که ترکیبات غالب در اسانس شامل ٦ ترکیب منتول، منتان، ژرانیال، نرال، ژرانیل استات و بتاکاریوفیلن بود. در اغلب موارد بیش‌ترین مقادیر به‌دست آمده در تیمارهای ترکیبی اسید سالیسیلیک۱۰ میلی‌مولار و اسید ایندول استیک ۱/۵ میلی‌گرم مشاهده شد (جدول ۲). از آن‌جایی که اسید سالیسیلیک یک هورمون رشد گیاهی است و در برخی گیاهان دارویی سبب افزایش عملکرد ماده خشک و میزان اسانس شده است (Meher *et al*., 2011; Nazar et al., 2011)، افزایش میزان اسانس در اثر محلول‌پاشی گیاهان با اسید سالیسیلیک ممکن است در اثر افزایش رشد رویشی، جذب مواد غذایی بیشتر توسط ریشه‌ها به دلیل افزایش فعالیت های فتوسنتزی گیاه و هم‌چنین تغییر در جمعیت غده‌های تولید کننده اسانس در برگ‌ها باشد (Figurera *et al*., 2014). با توجه به نقش افزایش‌دهندگی و محرک رشد هورمون اسید ایندول استیک و اسیدسالیسیلیک (Pugnaire and Valladares, 2007)، میزان فتوسنتز و به تبع آن میزان شیره‌ی پرورده گیاه بیشتر می‌شود. در این تحقیق مشخص شد با افزایش عملکرد، میزان اسانس هم بیشتر می‌شود و ترکیبات غالب اسانس بادرنجبویه شامل: لینالول، سیترونلال، نرال، ژرانیال و آلفاهومولن بودند (Vesna and Biljana., 2015). بیشترین ترکیبات اسانس نعناع فلفلی شامل آلفاپینن، بتاپینن، سابینن، منتول، منتون، لینالول، ترانس کاریوفیلن، وریدیفلورول، ۱و۸- سینئول و گاماترپینن بود (Povh and Ono., 2007). اسید سالیسیلیک با القای تحمل به تنش‌های متعدد (Wang and Li, 2006) و افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه در کشت سلولی گیاهان (Figurera *et al*., 2014) منجر به افزایش عملکرد می‌شود. این هورمون منجر به افزایش وزن تر و خشک و بهبود پارامترهای رشد گیاه و افزایش متابولیت‌های گیاهان دارویی مرزنجوش (*Origanum majorana* L.) و ریحان (*Ocimum basilicum* L.) (Gharib, 2006)، ریحان (Hozzoumi *et al*., 2014)، مریم‌گلی (*Salvia officinalis* L.) (Yadegari, 2018) می‌شود. این اثرات به‌دلیل کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند پلی‌فنل اکسیداز و پراکسیداز (Khavarinezhad and Asadi, 2006; Soltani *et al*., 2011)، افزایش درصد و میزان جوانه‌زنی (Zare *et al*., 2010)، کاهش گلوتاتیون، باندهای پروتئینی و ترکیبات اکسیدشده (Meher *et al*., 2011)، افزایش جذب مواد غذایی و کاهش مقادیر سدیم و کلر (Khan *et al*., 2010) می‌باشد. نتایج سایر محققین نیز نشانگر اثرگذاری اسید سالیسیلیک بر اسانس و ترکیبات مؤثره اسانس گیاه شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) (Shabani *et al*., 2009)، Ziziphus *spina* (Galal, 2012)، همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) (Bayat *et al*., 2012) و ارزن (*Panicum miliaceum* L.) (Yu *et al*., 2011) می‌باشد. همانطور که از نتایج این تحقیق مشاهده گردید غلظت‌های اندک اسیدسالیسیلیک منجر به بالارفتن عملکرد (Nazar *et al*., 2011) و افزایش متابولیت‌های ثانویه می‌شوند (Dong *et al*., 2010).

اسید ایندول استیک در بادرنجبویه منجر به افزایش نرال و ژرانیول (Bari and Jones, 2009)، ازدیاد نرال و ۱و۸- سینئول در به‌لیمو (*Lippia citriodora* L.) (Nourafcan *et al*., 2014)، افزایش ریزازدیادی در مرزه خوزستانی (*Satureja khuzistanica* L.) (زاهدی و صحرارو، ۱۳۹٤)، بیشترشدن ریشه‌زایی قلمه‌های گونه *Juniperus oblonga* (خوشنویس و همکاران، ۱۳۹۱)، افزایش طول میوه سیب پاییزه (اسدی اقدم و همکاران، ۱۳۹۳) و بیشتر شدن القاء کالوس گیاه دارویی کرفس کوهی (*Kelussia odoratissimia* Mozaff.) (رازقی و همکاران، ۱۳۹۳) شد. در این تحقیق مشخص شد که اسید سالیسیلیک و اسید ایندول استیک ضمن اثرگذاری بر عملکرد و میزان اسانس گیاهان دارویی تحت آزمایش، منجر به کاهش معنی‌دار در تعدادی از ترکیبات مؤثره اسانس می شوند، چنانچه بیشترین مقادیر همبستگی منفی معنی‌دار بین ترکیبات

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.16.5]

جدول ۳- همبستگی بین ترکیبات مؤثره اسانس گیاهان نعناع فلفلی تحت تیمارهای اسید سالیسیلیک و اسید ایندول استیک.

ترکیبات مؤثره	آلفا پینن	سابینن	بتا پینن	بتا میرسن	پی سیمن	آلفا ترپینن	لیمونن	۱و۸- سینئول	گاما ترپینن
آلفا پینن	۱	–	–	–	–	–	–	–	–
سابینن	۰/٤**	۱	–	–	–	–	–	–	–
بتا پینن	۰/٤٤**	۰/۷۷**	۱	–	–	–	–	–	–
بتا میرسن	۰/۱۹^{ns}	۰/٤۲**	۰/٤٦**	۱	–	–	–	––	–
پی سیمن	۰/٤٥**	۰/٥۳**	۰/٦۰**	۰/۲۸*	۱	–	–	–	–
آلفا ترپینن	۰/۱۹^{ns}	-۰/۲۳^{ns}	۰/۱۹^{ns}	-۰/۲۰^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۱	–	–	–
لیمونن	-۰/۱۲^{ns}	۰/٥۱**	۰/۷۳**	۰/٤۲**	۰/۲۳^{ns}	۰/۲٦*	۱	–	–
۱و۸- سینئول	۰/۷۲**	۰/٦۷**	۰/۷۷**	۰/٤۸**	۰/٦۰**	۰/۲۳*	۰/۳۸**	۱	–
گاما ترپینن	۰/۱۳^{ns}	-۰/۳٤**	۰/۱۳^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۰٤^{ns}	۰/۹۱**	۰/۲٥*	۰/۱۷^{ns}	۱
سیس سابینن	۰/۱٥^{ns}	۰/٥۹**	۰/۲٤*	۰/۰۰٥^{ns}	۰/۱٦^{ns}	-۰/٥۳**	۰/۰۱^{ns}	۰/۳۰**	-۰/۷۱**
لینالول	۰/٤۰**	۰/٤۱**	۰/۱۳^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/٤۷**	-۰/۰۹^{ns}	-۰/۲۳*	۰/۳۱**	-۰/٤**
بتا توژن	۰/۳٤**	۰/۳۹**	۰/۲۷*	۰/۲٤*	۰/۷۹**	۰/۱۰^{ns}	-۰/۰۱^{ns}	۰/٤۱**	۰/۰٤^{ns}
منتون	-۰/٤۹**	-۰/٦۰**	-۰/٦۸**	-۰/٤۳**	-۰/۷٦**	-۰/۲۰^{ns}	-۰/۳۷**	-۰/۷۸**	-۰/۰۸^{ns}
ایزومنتون	۰/٤۳**	۰/٦۷**	۰/۷٦**	۰/۳۷**	۰/٦۳**	۰/۱۹^{ns}	۰/٥٤**	۰/۸۰**	۰/۰٥^{ns}
منتول	-۰/٤۷**	-۰/٦۲**	-۰/۷۳**	-۰/۲٤*	-۰/٥۸**	۰/۱٤^{ns}	-۰/٤٥**	-۰/۷۳**	-۰/۰٤^{ns}
ترپینن- ٤- او	-۰/۰۳^{ns}	-۰/۱٥^{ns}	-۰/۱٥^{ns}	-۰/۱٤^{ns}	-۰/۷۲**	۰/۰٥^{ns}	۰/۰۳^{ns}	-۰/۰٦^{ns}	۰/۰٥^{ns}
نئو ایزو منتول	۰/۲۱^{ns}	۰/۲٥*	۰/۱۷^{ns}	۰/۲۰^{ns}	۰/٤۷**	۰/۲٥*	۰/۰۱^{ns}	۰/۲۳*	۰/۱۰^{ns}
آلفا ترپینئول	۰/٥۷**	۰/٦۹**	۰/٦۹**	۰/٤۰**	۰/۸٦**	۰/۱٤^{ns}	۰/۲۸**	۰/۷۱**	۰/۰۳^{ns}
پولگون	-۰/٥۳**	-۰/۷۱**	-۰/٦۳**	-۰/۲۹**	-۰/٥۲**	۰/۰۱^{ns}	-۰/۱۹^{ns}	-۰/۷۳**	۰/۱٦^{ns}
پیپریتون	-۰/۳۲**	-۰/٦٦**	-۰/۷٤**	-۰/٥۳**	-۰/٤۸**	۰/۰۹^{ns}	-۰/٥۹**	-۰/۷۱**	۰/۰٥^{ns}
کارن	۰/٥۸**	-۰/٥٤**	-۰/٥۸**	-۰/۲۰^{ns}	-۰/٤٦**	-۰/۰٤^{ns}	-۰/۲۳^{ns}	-۰/۷۷**	۰/۰٤^{ns}
متیل استات	-۰/٦۲**	-۰/٥۹**	-۰/٦۳**	-۰/۱۹^{ns}	-۰/٤۳**	-۰/۰٤^{ns}	-۰/۲۸*	-۰/۷٥**	۰/۰٤^{ns}
بتابوربونن	۰/٤۹**	۰/٥۷**	۰/٦۲**	۰/۲٤*	۰/٦۷**	۰/۰٦^{ns}	۰/۲۸*	۰/٦۸**	-۰/۰٦^{ns}
ترانس کاریوفیلن	-۰/٤٤**	-۰/٦۲**	-۰/۷۱**	-۰/٤٦**	-۰/٤۰**	-۰/۲۰^{ns}	۰/٥٥**	-۰/۷٦**	-۰/۱۸^{ns}
فرانسن	-۰/۰۷^{ns}	-۰/۲٤*	-۰/٤٦**	-۰/٤**	۰/۰۱^{ns}	-۰/۱٦^{ns}	-۰/٦۰**	-۰/۳۷**	-۰/۲٦*
بتاکوبنن	۰/۳۸**	-۰/۳۰**	-۰/٦۰**	-۰/٤٤**	-۰/۳۱**	-۰/٥٤**	-۰/٥٤**	-۰/٦۸**	-۰/٥۸**
بیسیکلو	۰/۰۳^{ns}	-۰/٦۰**	-۰/٤٤**	-۰/۱۷^{ns}	-۰/۱۱^{ns}	۰/٤۱**	-۰/٤٥**	-۰/۳۱**	۰/۳۹**
وریدیفلورول	-۰/۳٦**	-۰/۲٤*	-۰/٥۲**	-۰/۳۷**	-۰/۱۳^{ns}	-۰/٤۸**	-۰/٥۱**	-۰/٦۲**	-۰/٥۲**
وزن خشک	-۰/۰۳^{ns}	-۰/۰۸^{ns}	-۰/۱^{ns}	-۰/۳۸**	-۰/۳**	۰/٦**	-۰/٤٤**	-۰/۳۱**	-۰/٥٤**
حجم اسانس	-۰/۰٦^{ns}	-۰/۱^{ns}	-۰/۰٦^{ns}	-۰/۳٦**	-۰/۲٤*	۰/٥۲**	-۰/۳۷**	-۰/۱۳^{ns}	-۰/٤۸**

ns، *، ** به ترتیب عدم معنی داری، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

سابینن، ۱و۸- سینئول، منتون، ایزومنتون، بتاپینن، منتول، پولگون، پیپریتون، کارن، ترانس‌کاریوفیلن و بتاکوبنن در نعناع فلفلی، با سایر ترکیبات اسانس؛ و بیشترین مقادیر همبستگی منفی معنی‌دار بین ترکیبات منتول و نرال در گیاهان بادرنجبویه، با سایر ترکیبات اسانس بود (جدول ۳). به عبارتی دیگر با افزایش مقدار اسانس مقادیر ترکیبات مذکور در تمام تیمارها کاهش یافت. در برآورد صفات مشخص گردید که بین وزن خشک و حجم اسانس در نعناع فلفلی و بادرنجبویه ارتباط متقابل از نوع همبستگی مثبت وجود داشت، این امر گویای این مطلب است که همزمان با زیاد شدن وزن خشک، کمیت و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.16.5]

ادامه جدول ۳- همبستگی بین ترکیبات مؤثره اسانس گیاهان نعناع فلفلی تحت تیمارهای اسید سالیسیلیک و اسید ایندول استیک.

ترکیبات مؤثره	سیس سابینن	لینالول	بتا توژن	منتون	ایزومنتون	منتول	ترپینن-٤-او	نئوایزو منتول	آلفا ترپینئول	پولگون
لینالول	۰/۵٤**	۱	–	–	–	–	–	–	–	–
بتا توژن	۰/۰۸^{ns}	۰/٦۰**	۱	–	–	–	–	–	–	–
منتون	-۰/۳۱**	-۰/٤۵**	-۰/٦۹**	۱	–	–	–	–	–	–
ایزومنتون	۰/٤۳**	۰/۳۳**	۰/٤۷**	-۰/۹۳**	۱	–	–	–	–	–
منتول	-۰/٤۵**	-۰/۲۸**	-۰/٤۰**	۰/۸٦**	-۰/۹۵**	۱	–	–	–	–
ترپینن- ٤- او	-۰/۰۱^{ns}	-۰/۳۹**	-۰/۵۵**	۰/٤**	-۰/۰۵^{ns}	-۰/۱^{ns}	۱	–	–	–
نئوایزومنتول	۰/۰۲^{ns}	۰/٦۱**	۰/۵۹**	-۰/۳۹**	۰/۲۰^{ns}	-۰/۲^{ns}	-۰/۵۱**	۱	–	–
آلفاترپینئول	۰/۲۳*	۰/۵۲**	۰/۸۰**	-۰/۸۰**	۰/۷۲**	-۰/۷**	-۰/٤۳**	۰/٤٤**	۱	–
پولگون	-۰/۵**	-۰/٤۱**	-۰/٤۳**	۰/۶۳**	-۰/٦٤**	۰/٦۰**	۰/۱٦^{ns}	-۰/٤**	-۰/٦۹**	۱
پیپریتون	-۰/۲۵*	۰/۱۰^{ns}	-۰/۲^{ns}	۰/٦۰**	-۰/۷۰**	۰/٦۷**	۰/۰۳^{ns}	۰/۱۵^{ns}	-۰/۵٦**	۰/۵۳**
کارن	-۰/٤**	-۰/۲^{ns}	-۰/٤**	۰/۷۳**	-۰/۸۱**	۰/۸۹**	-۰/۲۰^{ns}	۰/۱۵^{ns}	-۰/٦۲**	۰/۵۷**
متیل استات	-۰/٤**	-۰/۲^{ns}	۰/٦۵**	۰/۷۷**	۰/۸۷**	۰/۲۲*	۰/۲۰^{ns}	۰/٦۲**	۰/۵٤**	۰/۷۱**
بتا بوربونن	۰/٤٤**	۰/٤۱**	۰/۵٦**	-۰/۹۲**	۰/۹۲**	۰/۹۵**	-۰/۱۱^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۰/۷٤**	-۰/۵۸**
ترانس‌کاریوفیلن	-۰/۰٦^{ns}	-۰/۱^{ns}	-۰/۲٤*	۰/۵۰**	۰/۵۷**	۰/۵۰**	۰/۰۷^{ns}	-۰/۱۸^{ns}	۰/٦**	۰/۵۰**
فرانسین	۰/۱٦^{ns}	۰/٤۸**	۰/۱۹^{ns}	۰/۱٤^{ns}	-۰/٤**	۰/۲^{ns}	-۰/٤**	۰/۱٤^{ns}	-۰/۱^{ns}	۰/۱۲^{ns}
بتاکوبین	۰/۲۳*	۰/۱۳^{ns}	-۰/۱^{ns}	۰/٤٦**	-۰/۵۱**	۰/۵**	-۰/۱۲^{ns}	-۰/۱۲^{ns}	-۰/٤**	۰/۳۲**
بیسیکلو	-۰/٤**	۰/۱۷^{ns}	۰/۰٦^{ns}	۰/۱۳^{ns}	-۰/۲۸*	۰/۲^{ns}	۰/۱۰^{ns}	۰/۱۰^{ns}	-۰/۲^{ns}	۰/۳۱**
وریدیفلورول	۰/۱۹^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/٤**	-۰/٤۹**	۰/٤٦**	-۰/۳۷**	۰/۱۵^{ns}	-۰/۲۷*	۰/۱۹^{ns}
وزن خشک	-۰/۵٤**	-۰/٦۸**	-۰/۵۸**	۰/۲۳*	۰/٤**	۰/٤**	-۰/۱۵^{ns}	۰/٤٦**	۰/۵۱**	۰/٤٤**
اسانس	-۰/۵۱**	-۰/٦۲**	-۰/۵۲**	۰/۱۹^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۰/۱^{ns}	۰/۳٤**	-۰/٤۹**	۰/٤٦**	۰/۳۷**

ns، *، ** به ترتیب عدم معنی داری، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

کیفیت اسانس در هر دو گیاه افزایش می‌یابد. بیشترین میزان در گیاهان نعناع فلفلی و بادرنجبویه در ترکیب اسید سالیسیلیک ۱۰ میلی‌مولار-اسید ایندول استیک۱میلی‌گرم در لیتر و اسید سالیسیلیک۱۰ میلی‌مولار- اسید ایندول استیک۱/۵ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد. با افزایش غلظت استفاده از اسید سالیسیلیک میزان عملکرد در گیاهان مریم‌گلی (*Salvia officinalis* L.) (رحیم ملک و یادگاری، ۱۳۹۱)، لوبیا (Mung bean) (Nazar *et al.*, 2011)، زیره سیاه (*Carum carvi* L.) (Esfeiny farahani *et al.*, 2011)، خیار (*Cucumis sativus* L.) (Mardani *et al.*, 2012)، همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) (Bayat *et al.*, 2012)، گندم (Shakirova et al., 2003) و *Ziziphus spina* (Galal, 2012) کاهش می یابد که نتایج این تحقیق را تأیید می‌نماید. با افزایش میزان وزن خشک و میزان اسانس، اجزای اسانس شامل منتون، پولگون، آلفاترپینن، ترانس‌کاریوفیلن، وریدیفلورول، ایزومنتون، منتول، فرانسین، آلفاترپینئول، بی‌سیکلو و بتابوربونن در نعناع فلفلی و بتاکوبین، سیترونلال، ژرانیال، ژرانیال‌استات، بتاکاریوفیلن، نرال و وریدیفلورول در بادرنجبویه افزایش یافت. قابل توجه است که همگام با افزایش ترکیبات مذکور، میزان لیمونن، ۱و ۸ سینئول، سیس‌سابینن‌هیدرات، بتاتوژان، گاماترپینن، آلفاترپینن و نئوایزومنتول در نعناع فلفلی و منتان، ایزومنتون و کارن در بادرنجبویه کاهش یافت و دارای همبستگی منفی بود، یعنی هم‌زمان با بالا رفتن وزن خشک و اسانس مقدار این ترکیبات نتیجه معکوس و روند کاهشی داشت. بین میزان اسانس و وزن خشک با ترکیب ژرانیل‌استات، بتاکاریوفیلن، سیترونلال، ژرانیال و نرال همبستگی مثبت وجود داشت که مؤید این مطلب است که با افزایش وزن خشک و به تبع آن حجم اسانس، این ترکیبات افزایش داشتند (جدول ۳ و ٤). در گیاهان

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.16.5]

جدول ٤- همبستگی بین ترکیبات مؤثره اسانس گیاهان بادرنجبویه تحت تیمارهای اسید سالیسیلیک و اسید ایندول استیک.

ترکیبات مؤثره	۱و۸- سینئول	گاما ترپینن	لینالول	ایزو پولگون	سیترو نلال	منتان	ایزو منتون	منتول	ترپینن- ٤- ال	پولگون	آلفاترپینئو ل	نرال
۱و۸-سینئول	۱	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
گاماترپینن	۰/۹**	۱	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
لینالول	۰/۰۳ ns	۰/۰٦ ns	۱	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ایزوپولگون	-۰/۰۱	۰/۰۱ ns	۰/۸**	۱	–	–	–	–	–	–	–	–
سیترونلال	-۰/٤*	-۰/۳*	۰/۵۰**	۰/٦۸**	۱	–	–	–	–	–	–	–
منتان	۰/۸۱**	-۰/۷*	-۰/۱ ns	-۰/۳*	-۰/٦*	۱	–	–	–	–	–	–
ایزو منتون	۰/۸**	۰/۷**	۰/۲ ns	۰/۰٤	۰/۱٤	۰/۷**	۱	–	–	–	–	–
منتول	۰/۷**	۰/٦**	-۰/٤*	-۰/۵*	-۰/۸*	۰/۸**	۰/۵**	۱	–	–	–	–
ترپینن-٤ ال	۰/۹۳**	۰/۸۲**	۰/۰۳ ns	-۰/۱۰	-۰/٤*	۰/۸۵**	۰/۸۳**	۰/۷۷**	۱	–	–	–
پولگون	-۰/۱۲	-۰/۱۳	۰/٦۲**	۰/۵۹**	۰/۷**	-۰/۳**	۰/۱۰ ns	-۰/۷**	-۰/۱۵	۱	–	–
آلفا ترپینئول	۰/۹٤**	۰/۹۹**	۰/۰٦ ns	۰/۰۱ ns	-۰/۳*	۰/٦۹**	۰/٦٦**	۰/۵۷**	۰/۸۳**	-۰/۱	۱	–
نرال	-۰/٤**	-۰/٤**	۰/۷۱**	۰/۷۰**	۰/٦**	-۰/۵**	-۰/۲٦*	-۰/۷**	-۰/۵**	۰/۵**	-۰/٤۰**	۱
پیپریتون	۰/۷۵**	۰/٦٤**	۰/۳۵**	۰/۲ ns	۰/۱ns	۰/٦**	۰/۷۲**	۰/۵۱**	۰/۸۱**	۰/۱ns	۰/٦٤**	-۰/۲
متیل سیترونلات	-۰/۲	-۰/۲	۰/۲۷*	۰/۵**	۰/٦**	-۰/۳**	۰/۱۰	-۰/٤**	-۰/۲۵*	۰/٤**	-۰/۱۹ns	۰/۲۳*
ژرانیال	-۰/۰٤	-۰/۰۳	-۰/۱٤	-۰/۱۱	۰/۰۲	-۰/۰۳	-۰/۱۲	-۰/۰٤	۰/۵ **	۰/۰۲	-۰/۰۳ns	-۰/۱۸
کارن	۰/۱ ns	۰/۱ ns	-۰/٤**	-۰/٤**	-۰/۱	۰/۲۲	۰/۲۵*	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۰۹ ns	-۰/٦**
متیل‌ژرانوات	-۰/۳*	-۰/۳*	۰/۵**	۰/٦۷**	۰/٦**	-۰/٤**	-۰/۱	-۰/٦**	-۰/۳**	۰/۵**	-۰/۲٤*	۰/٤۲**
ژرانیال استات	۰/۲ ns	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۱ns	۰/۲ns	۰/٤ **	-۰/۱٦	-۰/٤**	-۰/۲	۰/۳*	-۰/۱۸ns	-۰/۲
بتاکاریوفیلن	-۰/۰۵**	-۰/۵**	-۰/۳**	-۰/٤**	۰/۰۳	-۰/۳**	-۰/۲۷*	-۰/۱٦	-۰/٤*	-۰/۱	-۰/۵۲**	۰/۱ ns
آلفا هومولن	-۰/۰۸	-۰/۰٦	-۰/۳**	-۰/٤**	۰/۱۱	-۰/۰۵	-۰/۰۳	-۰/۱٦	-۰/۰۷	۰/۱۵	-۰/۰٦ns	-۰/٦**
بتا کوبن	۰/۱ ns	۰/۱ ns	-۰/۵**	-۰/۵**	۰/۱ns	۰/۲ ns	۰/۰۸ns	۰/۱ ns	۰/۱ ns	۰/۱	۰/۰۵ ns	-۰/۷**
کاریوفیلن‌اکساید	-۰/۲	-۰/۲ns	-۰/۲ns	۰/۳**	-۰/۲ns	-۰/۲ns	-۰/۲ns	-۰/٤*	-۰/۲ns	۰/۳*	-۰/۱۸ns	-۰/۳**
وریدیفلورول	-۰/۱	-۰/۱	-۰/۵**	-۰/٤**	۰/۱ns	۰/۰٦ns	۰/۰۱ns	۰/۱ ns	۰/۱ ns	-۰/۱	-۰/۰۳ns	-/۷**
وزن خشک	۰/۱ ns	۰/۱ ns	۰/۱ ns	۰/۷**	۰/۵**	-۰/۵**	-۰/۵**	۰/۸**	۰/۱ ns	۰/۸*	-۰/۰۹ns	۰/۱۰ns
اسانس	۰/۱ ns	-۰/۱ns	۰/۱ ns	-۰/۱	۰/٦**	-۰/۵*	-۰/٤**	۰/۱ ns	۰/۱ ns	۰/۱ns	-۰/۰۲ns	۰/۱ ns

دارویی مرزنجوش (*Origanum majorana* L.) و ریحان (*Ocimum basilicum* L.) (Gharib, 2006)، نعناع فلفلی (Figurera *et al.*, 2014)، شوید (*Coriandrum sativum* L.) (Rahimi *et al.*, 2009)، ریحان (Hozzoumi *et al.*, 2014) و مریم‌گلی (Yadegari, 2018)، نیز بواسطه افزایش صفات مورفولوژیکی و در نهایت وزن خشک، میزان مواد مؤثره افزایش یافت. در بررسی جدول۲، دو ترکیب منتول و منتون، غالباً تحت تأثیر اسید سالیسیلیک۱۰ میلی‌مولار و اسید ایندول استیک۱ و ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر بودند. این دو تنظیم‌کننده رشد، بر میزان مواد مؤثره منتول، منتان، ژرانیال، نرال، ژرانیل استات و بتاکاریوفیلن در سطح ۱ درصد معنی‌دار شدند. میزان ماده مؤثره بتاکاریوفیلن، در تیمارهای ترکیبی اسید سالیسیلیک و اسید ایندول استیک، سطح بیشتری از اسانس را تشکیل داد اما در مورد ژرانیل‌استات، تیمارهای منفرد و ترکیبی به یک میزان باعث بالا رفتن سطح اسانس گردیدند. هر چند ماده مؤثره‌ی ژرانیال و نرال تحت تأثیر تیمارهای منفرد و ترکیبی دو هورمون مذکور، باعث بالا رفتن میزان اسانس شد (جدول۲).

در مورد نعناع فلفلی نتایج همبستگی بین ترکیبات مؤثره نشان داد که ترکیب آلفاپینن در سطح ۱٪ با ترکیبات سابینن، بتاپینن، پی‌سیمن، ۱و۸-سینئول، لینالول، بتاتوژن، ایزومنتون، آلفاترپینئول و بتابوربنن همبستگی معنی‌دار و مثبت و با ترکیبات منتون، منتول، پولگون، پیپریتون، کارن، متیل استات،

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.16.5]

ادامه جدول ٤- همبستگی بین ترکیبات مؤثره اسانس گیاهان بادرنجبویه تحت تیمارهای اسید سالیسیلیک و اسید ایندول استیک.

ترکیبات مؤثره	پیپریتون	سیترونلات متیل	ژرانیال	کارن	متیل ژرانوات	ژرانیل استات	بتا کاریوفیلن	آلفا هومولن	بتا کوبین	اکساید کاریوفیلن	وریدیفلورول	وزن خشک	حجم اسانس
پیپریتون	۱	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
متیل‌سیترونلات	-۰/۱ ns	۱	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ژرانیال	-۰/۱ ns	-۰/۱ ns	۱	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
کارن	-۰/۱ ns	۰/۱ ns	۰/۲٤*	۱	–	–	–	–	–	–	–	–	–
متیل‌ژرانوات	-۰/۱ ns	۰/۷۸**	-۰/۱۱ns	-۰/۱ns	۱	–	–	–	–	–	–	–	–
ژرانیال‌استات	-۰/۳۰*	۰/۲۲ ns	۰/۲۹*	۰/۷۰**	۰/۲۸*	۱	–	–	–	–	–	–	–
بتا کاریوفیلن	-۰/۵۵**	-۰/۰٦ns	۰/۰٦ ns	-۰/۱ns	-۰/۲۰ns	۰/۰٤ns	۱	–	–	–	–	–	–
آلفا هومولن	-۰/۱ ns	۰/۲۲ ns	۰/۳۳**	۰/۸٤**	۰/۱٤ ns	۰/۸۸**	-۰/۰۲ns	۱	–	–	–	–	–
بتا کوبین	-۰/۰٤ns	۰/۰۳ ns	۰/۳۳**	۰/۹۳**	-۰/۰٦ns	۰/۷۷**	-۰/۰۸ns	۰/۹۳**	۱	–	–	–	–
کاریوفیلن‌اکساید	-۰/۱ ns	۰/٤۰**	۰/۲٦*	۰/٤۹**	۰/۸٦**	-۰/۱٦ns	۰/۸۹**	۰/۷۱**	۰/۸۰**	۱	–	–	–
وریدیفلورول	-۰/۱ ns	۰/۱٦ ns	۰/۳۱*	۰/۸۷**	۰/۰۷ ns	۰/۷۸**	-۰/۰۸ns	۰/۹۵**	۰/۹٦**	۰/۸٦**	۱	–	–
وزن خشک	-۰/۱ ns	۰/۰۵ ns	۰/۷۱**	-۰/۱ns	۰/۰۳ ns	۰/۷۲**	۰/۹۳**	-۰/۱ns	۰/۷۷**	-۰/۰۸ns	۰/۹۳**	۱	–
حجم اسانس	-۰/۱ ns	-۰/۰۳ns	۰/٦۷**	-۰/۲ns	۰/۱٦ ns	۰/٦٦**	۰/۸۷**	۰/۰۷ns	۰/۷۸**	-۰/۰۸ns	۰/۹۵**	۰/۹٦**	۱

ns، *، ** به ترتیب عدم معنی داری، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ترانس‌کاریوفیلن، وریدیفلورول و بتاکوبین همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. ترکیب سابینن در سطح ۱٪ با ترکیبات آلفاپینن، بتاپینن، بتامیرسن، پی‌سیمن، لیمونن، ۱و۸-سینئول، سیس‌سابینن‌هیدرات، لینالول، بتاتوژن، ایزومنتون، آلفاترپینئول و بتابوربنن همبستگی معنی‌دار و مثبت و با ترکیبات گاماترپینن، منتون، منتول، پولگون، پیپریتون، کارن، متیل‌استات، ترانس‌کاریوفیلن، بتاکوبین و بیسیکلو همبستگی معنی‌دار و منفی داشت. ترکیب بتاپینن در سطح ۱٪ با ترکیبات آلفاپینن، سابینن، بتامیرسن، پی‌سیمن، لیمونن، ایزومنتون، آلفاترپینئول و بتابوربنن همبستگی معنی‌دار و مثبت و با ترکیبات منتون، منتول، پولگون، پیپریتون، کارن، متیل‌استات، ترانس‌کاریوفیلن، فرانسن، بتاکوبین، بیسیکلو و وریدیفلورول همبستگی معنی‌دار و منفی داشت. در مورد بادرنجبویه نتایج به دست آمده از همبستگی مشخص نمود که ترکیب ۱و۸- سینئول در سطح ۱٪ با ترکیبات گاماترپینن، منتان، ایزومنتون، منتول، ترپینن- ٤- ال، آلفاترپینئول و پیپریتون همبستگی معنی‌دار و مثبت و با ترکیبات بتاکاریوفیلن، نرال و سیترونلال همبستگی معنی‌دار و منفی داشت. ترکیب گاماترپینن با ترکیبات ۱و۸- سینئول، منتان، ایزومنتون، منتول، ترپینن-٤-ال، آلفاترپینئول و پیپریتون همبستگی معنی‌دار و مثبت و با بتاکاریوفیلن و نرال همبستگی معنی‌دار و منفی در سطح ۱٪ را نشان داد. ترکیب لینالول همبستگی معنی‌دار و مثبت با ترکیبات ایزوپولگون، سیترونلال، پولگون، نرال، پیپریتون و متیل‌ژرانوات در سطح ۱٪ را نشان داد و نیز در همین سطح، با ترکیبات وریدیفلورول، بتاکوبین، بتاکاریوفیلن، آلفاهومولن، کارن و منتول همبستگی معنی‌دار و منفی داشت. بطورکلی در اغلب موارد ترکیبات عمده اسانس در هر دو گیاه با همدیگر ارتباط مثبت و معنی‌داری داشتند (جداول ۳-٤). گزارشات متعددی بر اثر تحریک کننده و مثبت اسید سالیسیلیک (Meher *et al*., 2011; Nazar et al., 2011) و اسید ایندول استیک (Hakan and Kerim, 2013; Bari and Jones, 2009) تأکید دارند. کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک در گیاهانی که در معرض تنش هستند منجر به تجمع پرولین می شود. اسید سالیسیلیک تعادل هورمونی را در گیاه تغییر داده و باعث افزایش اکسین و سیتوکنین در شرایط غیرتنش می‌گردد. این ماده تحت شرایط تنش‌ها باعث افزایش اکسین، آبسیزیک اسید،

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.16.5]

مانع از کاهش سیتوکنین، افزایش انتقال آسیمیلات‌ها و در نهایت بالارفتن کارایی فتوسنتز می‌گردد (Shakirova *et al.*, 2003).

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از تیمارهای ترکیبی اسید سالیسیلیک۱۰ میلی‌مولار و اسید ایندول‌استیک ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر، بیشترین تأثیر را در افزایش اسانس و ترکیبات مؤثره اسانس در گیاهان نعناع فلفلی و بادرنجبویه داشته اند. بیشترین اجزای موجود در اسانس بادرنجبویه (بیش از ٦۵٪) ژرانیال، نرال و منتول و در نعناع فلفلی (بیش از ۷۰٪) منتول، منتون و ایزومنتون بودند.

منابع

اسدی اقدم، ا.، باغبان سیروس، ش و علی‌زاده اسکویی، پ. (۱۳۹۳) تأثر محلول‌پاشی ایندول استیک اسید و تیوسولفات آمونیوم بر درصد تنک، عملکرد و کیفیت میوه سیب پاییزه زنوز، نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی ٤(۱۳): ۱۳۹-۱٤۵.

خوشنویس، م.، تیموری، م.، متینی‌زاده، م. و شیروانی، ا. (۱۳۹۱) اثر تیمارهای نوری، هورمونی و دانه‌بندی بستر کاشت بر ریشه‌زایی قلمه‌های گونه *Juniperus oblonga*، مجله جنگل ایران ٤(۲): ۱۳۵-۱٤۲.

رحیم ملک، م. و یادگاری، م. (۱۳۹۱) اثرات جاسمونیک و سالیسیلیک اسید بر خاصیت فیتوشیمیایی برگ مریم‌گلی، داروهای گیاهی ۳(۲): ۸۹-۹٤.

رازقی، ل.، عزیزی، م.، زیارت‌نیا،م.، باقری، ع. و نعمتی، ح. (۱۳۹۳) تأثیر ترکیب‌های هورمونی بر القاء کالوس گیاه دارویی کرفس کوهی (*Kelussia odoratissimia* Mozaff.) و بررسی رشد آن در محیط کشت مایع، دو ماهنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۳۰ (٦): ۹٤۳-۹۵۳.

زاهدی، ب. و صحرارو، ا. (۱۳۹٤) ارزیابی ریزازدیادی گیاه دارویی مرزه خوزستانی (*Satureja khuzistanica*)، علوم باغبانی ایران ٤٦(۲): ۲۹۱-۲۹٦.

Adams, R. (2001) Indentification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Quadrupole Mass Spectrometry. P. 456. Carol Stream, Ilinois, USA: Allured Publishing Corporation.

Agata, I., Kusakabe, H., Hatano, T. and Nishibe, O.T. (1993) Melitric acids a and b, new trimeric caffeic acid derivatives from *Melissa officinalis* L. Chemical and Pharmaceutical Bulletin 41(9): 1608-1611.

Bari, R. and Jones, J. D. (2009) Role of plant hormones in plant defenses. Plant Molecular Biology 69: 473-488.

Basil, J., Nikolau, E. and Syrkin, W. (2007) Concepts in Plant Metabolomics. P.O. Box 17, 3300 AA Dordrecht, The Netherlands.

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(1): 258-267.

Bennett, C. (2003) Plant Extract Improves Cognitive Function in Alzheimer's Disease. Health-News. Co. UK.

Delavari, P.M., Baghizadeh, A., Enteshari, S.H. and Mousavi, E.A. (2010) The effect of salicylic acid on some of biochemical and morphological characteristic of *Ocimum basilicum* under salinity stress. Australian Journal of Basic and Application Sciences 4: 4832- 4845.

Dong, J., Wan, G. and Liang, Z. (2010) Accumulation of salicylic acid-induced phenolic compounds and raised activities of secondary metabolic and antioxidative enzymes in *Salvia miltiorrhiza* cell culture. Journal of Biotechnology 148(2–3): 99-104.

Esfeiny farahani, M., Paknejad, F. and Bakhteyari moghadam, M. (2011) The effect of salicylic acid in variuos application on yield and morphological characters of caraway (*Carum carvi*). Iranian Journal of Crop Ecophysiology 3(2): 188-195.

Figurera, P., Marely, G., Rocha, N.E. and Reynosa, R. (2014) Effect of chemical elicitors on peppermint (*Mentha piperita*) plants and their impact on the metabolite profil and antioxidant capacity of resulting infusion. Food Chemistry 156: 273-278.

Galal, A. (2012) Improving effects of salicylic acid on the multipurpose tree *Ziziphus spina-christi* wild tissue culture. American Journal of Plant Sciences 3: 947-952.

Gharib, F.A.L. (2006) Effect of salicylic acid on the growth, metabolic activities and oil content basil and majram.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.16.5]

International Journal of Agriculture and Biology 4: 485-492.
Ghorbani, N., Moradi, H., Akbarpour, V. and Ghasemnezhad, A. (2013) The phytochemical change of violet flowers (*Viola cornuta*) response to exogenous salicylic acid hormone. Journal of Chemical Health Rests 3(4): 1-8.
Hakan, S. and Kerim, G. (2013) Effects of IAA, IBA, NAA and GA_3 on rooting and morphological features of *Melissa officinalis* L. stem cuttings. Scientific World Journal 34: 12-24.
Hayward, A., Stirenberg, P., Beveridage, C. and Leyser, O. (2009) Interactions between auxin and strigolactone in shoot branching control. Plant Physiology 151: 400-412.
Hozzoumi, Z., Moustakime, Y. and Amrani, K.H. (2014) Effect of Gibberellic Acid (GA), Indole Acetic Acid (IAA) and Benzyl Amino Purin (BAP) on the Synthesis of Essential Oils and the Isomerization of Methyl Chavicol and Tran's Anethole in *Ocimum gratissimum* L. Pp. 321-334. Springer Plus.
Joseph, B., Jini, D. and Sujatha, S. (2010) Insight into the role of exogenous salicylic acid on plants grown under salt environment. Asian Journal of Crop Science 2 (4):226-235.
Kachroo, A. and Kachroo, P. (2007) Salicylic acid, jasmonic acid and ethylene mediated regulation of plant defense signaling. Genetic Engineering 28:55-83.
Kantev, A., Yordanova, R., Janda, T. and Szala, G. (2008) Treatment with salicylic acid decreases the effect of cadmium on photosynthesis in maize plants. Journal of Plant Physiology 165(9): 920-931.
Khan, N.A., Syeed, SH., Masood, A., Nazar, R. and Iqbal, N. (2010) Application of salicylic acid increases contents of nutrients and antioxidative metabolism in mung bean and alleviates adverse effects of salinity stress. International Journal of Plant Biology 1 (1):1-8.
Khavarinezhad, R.A. and Asadi, A. (2006) The effect of salicylic acid on some of the secondary metabolites (saponins and anthocynins) and induction of antimicrobial resistance in the medicinal plant *Bellis perennis* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 21(30): 553-586.
Khodary, S.E.A. (2004) Effect of salisylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants. International Journal of Agricultural Biology 6(1): 5-8.
Leung, A.Y. and Foster, S. (1996) Encyclopedia of Common Natural Ingredients Used in Food, Drugs and Cosmetic. Pp. 369-370. John Wiley & Sons.
Mardani, H., Bayat, H., Saeidnejad, A.H. and Rezaie, E. (2012) Assessment of salicylic acid impacts on seedling characteristic of cucumber (*Cucumis sativus* L.) under water stress. Notulae Scientia Biologicae 4(1): 112-115.
Meher, H.C., Gajbhiye, M. and Singh, G.H. (2011) Salicylic acid-induced glutathione status in tomato crop and resistance to root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* L. (kofoid & white) chitwood. Journal of Xenobiotics 1(5): 22-28.
Metwally, A., Finkemeir, I., Georgi, M. and Doetz, K.J. (2003) salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedlings. Plant Physiology 132: 272-281.
Najafian, S.H., Khushkhui, M., Tavalliali, V. and Saharkhiz, M.J. (2009) Effect of salicylic acid and salinity in thyme (*Thymus vulgaris* L.). Journal of Basic and Applied Science 3(3): 2620-2626.
Nazar, R., Iqbal, N., Syeed, S. and Khan, N.A. (2011) Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under salt stress by enhancing nitrogen and sulfur assimilation and antioxidant metabolism differentially in two mungbean cultivars. Journal of Plant Physiology 168(8): 807-815.
Nourafcan, H., Sefidkon, F., Khalighi, A., Mousavi, A. and Sharifi, M. (2014) Effects of IAA and BAP on chemical composition and essential oil content of lemon verbena (*Lippia citriodora* L.). Journal of Herbal Drugs 5(3): 25-32.
Popova, L., Anonieva, V., Hristova, V., Georgieva, K. and Stoinova, Z.H. (2003) Salcylic acid and methyl jasmonate induced protection on photection on photosynthesis to parquet onidative stress. Bulgarian Plant physiology Special Issue: 133-152.
Povh, J.A. and Ono, .E.O. (2006). Rendimentodo ole essential do *Salvia officinalis* L. Sob a cao de reguladores vegetias. Acta Science 28: 189-193.
Pugnaire, F.I. and Valladares, F. (2007) Functional Plant Ecology. Taylor & Francis Group, an Informa Business. P. 748. New York.
Rahimi, A.R., Mashayekhi, 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 Agricultural Science and Natural Research 16(4):149-156.
Shabani, L., Ehsanpour, A.A., Asghari, G. and Emami, J. (2009) Glycyrrhizin production by in-vitro cultured *Glycyrrhiza glabra* L. elicited by methyl jasmonate and salicylic acid. Russian Journal of Plant Physiology 56(5): 621–626.
Shahba, Z., Baghizadeh, A. and Yosefi, M. (2010) The salicylic acid effect on the tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) germination, growth and photosynthetic pigment under salinity stress (NaCl). Journal of Stress Physiology and Biochemistry 6 (3): 4-16.
Shakirova, F.M., Sakhabutdinova, A.R., Bozrutkova, 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: 317-

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.16.5]

322.
Victor Perez, T., Antonio Lopez, O., Asception Martinez, P. and Antonio, A.C. (2012) Antioxidant activity and rosmarinic acid changes in salicylic acid tread *Thymus membranceus* L. shoots. Food Chemistry 130: 362- 369.
Vesna, K. and Bauer, B. (2015) Antifungal activity of the essential oil of wild-growing *Mentha piperita* L. and *Mentha spicata* L. from the Mariovo region, republic mecedonia. Second Mediterranean Symposium on Medicinal and Aromatic Plants: 22-25.
Wang, L.J. and Li, S.T. (2006) Salicylic acid-induced heat or cold tolerance in relation to Ca^{2+} homeostasis and antioxidant systems in young grape plants. Plant Science 170: 685-694.
Wang, Y.D, Wu, G.C. and Yuan, Y.J. (2007) Salicylic acid indced taxol production and isopentenyl pyrophosphate biosynthesis in suspension cultures of taxus chinensis. Cell Biology International 31: 1179-1183.
Yadegari, M. (2016) Effect of micronutrients foliar application and biofertilizeres on essential oils of lemon balm. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 16 (3):702-715.
Yadegari, M. (2018). Foliar application effects of salicylic acid and jasmonic acid on the essential oil composition of *Salvia officinalis*. Turkish Journal of Biochemistry 43 (4): 417-424.
Yu, E., Yastreb, T.O., Karpets, Y.V. and Miroshnichenko, N.N. (2011) Influence of salicylic and succinic acids on antioxidant enzymes activity, heat resistance and productivity of *Panicum miliaceum* L. Journal of Stress Physiology and Biochemistry 7(2):154-163.
Zare, S., Shahbazi, A. and Riahi, A. (2010) The effect of different salicylic acid concentrations on improved germination characteristic of *Sanguisorba minor* L. under salt and drought stress. Iranian Journal of Natural Resources 63(1): 29-39.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.16.5]