

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

سمیه احمدی، مهرباد 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 می‌کنند و کاربرد آن‌ها می‌تواند باعث بهبود و افزایش عملکرد گیاهان شود. در این تحقیق اثرات کاربرد محلول پاشی 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 ۴ تکرار در سال زراعی ۱۳۹۴ 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 ۶ و ۸ برگی، محلول پاشی شدند و بعد از ۳ هفته از اعمال تیمار دوم که برگ‌ها به ۱۶-۲۲ 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 ۶۵٪) ژرانیال، نرال و منتول و در نعناع فلفلی (بیش از ۷۰٪) منتول، متون و ایزومتون بودند. نتایج نشان داد که تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک ۱۰ میلی‌مولار و اسید ایندول استیک ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر، در بالا بردن 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، متون، نرال، محرک گیاهی.

مقدمه

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 دهنده اسانس در آن شامل سیترونال، سیترال، ژرانیول، لینالول، اسید رزماری و استات اوگنول است (Yadegari, 2016) که منجر به خواص دارویی

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 آفریقا است، اما امروزه در سراسر دنیا کشت می‌شود (Leung and Foster, 1996). این گیاه هیبریدی از طلاقی دو گونه \times *Mentha spicata* و *Mentha aquatica* است. منتول، متون، کاروون، لیمونن و ۸- سینئول ترکیبات عمده این گیاه هستند که دارای خواص

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 (*Lycopersicon esculentum Mill.*) (Shahba et al., 2010) و تولید مواد فنولی و کاهش تجمع یون‌های سمی بواسطه اثرات آنتی‌اکسیدانی در ذرت (Kantev et al., 2008)، آویشن (*Thymus membranceus L.*) (Victor et al., 2012) و نعناع فلفلی (*Mentha piperita L.*) (Perez et al., 2012) (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 و کلئوپتیل‌های 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 آبسزیک 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 ۱۳۹۴ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد انجام شد.

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 می‌شوند. 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 اورتو هیدروکسی بنزوئیک اسید (Popova et al., 2003)، یک ترکیب فنلی است که در برخی بافت‌های گیاهی به فراوانی یافت می‌شود (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 آنتی‌اکسیدان مانند کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز، پلی‌فنل اکسیداز، پراکسیداز و متابولیت‌هایی 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

جدول ۱- مشخصات اقلیمی و خاکشناسی منطقه مورد مطالعه

| فسفر | پتاسیم | نیترژن | هدایت الکتریکی | کربن | اسیدیته | ارتفاع | متوسط بارندگی | متوسط درجه حرارت | متوسط حداکثر حرارت | متوسط حداقل درجه حرارت |
|------|--------|--------|----------------|------|---------|----------|----------------|------------------|--------------------|------------------------|
| ۸۰ | ۲۴۰ | ۰/۰۶ | dS/m | درصد | متر | میلی متر | درجه سانتیگراد | درجه سانتیگراد | | |
| ۷/۹ | ۰/۸ | ۰/۴۷ | | | ۲۰۶۰ | ۶۵۰ | ۱۲ | ۲۷ | | -۳۱ |

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 ۰/۵ 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 ۶۵٪) ژرانیال، نرال و منتول و در نعناع فلفلی (بیش از ۷۰٪) منتول، متون 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). در گروه‌بندی تیمارهای آزمایشی با استفاده از روش حداقل اختلاف معنی‌دار، بیشترین مقدار اسانس در گیاهان نعناع فلفلی، توسط تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک ۱۰ میلی‌مولار و اسید ایندول استیک ۱ میلی‌گرم در لیتر و کمترین میزان، در تیمار اسید ایندول استیک ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد. در مورد گیاهان بادرنجبویه بیشترین میزان اسانس توسط تیمار هورمون اسید سالیسیلیک ۱ میلی‌مولار و کمترین میزان در تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک ۲۰ میلی‌مولار و اسید ایندول استیک ۲

موقعیت جغرافیایی منطقه، ۵۰ درجه و ۵۶ 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 شعاع ۲۱ سانتیمتر) کشت شدند. خاک محتوی گلدان‌ها به نسبت خاک مزرعه (۶)، کود (۱) و ماسه (۱) استفاده شد. ویژگی‌های خاک مورد استفاده در جدول ۱ آمده است. در مرحله ۶ و ۸ برگی اقدام به محلول پاشی تیمارهای اسید سالیسیلیک و اسید ایندول استیک، در صبحگاه شد (رحیم ملک و یادگاری، ۱۳۹۱). تیمارهای مورد آزمایش در این بررسی شامل اسید سالیسیلیک (SA) در ۴ سطح ۰، ۱، ۱۰ و ۲۰ میلی‌مولار و اسید ایندول استیک (IAA) در ۴ 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 ۱۶-۲۲ 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 آن ستون از ۶۰ تا ۲۴۰ 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

جدول ۲- دسته‌بندی میانگین‌های اسانس (میلی‌لیتر) و ترکیبات عمده اسانس (درصد) نعنای فلفلی تحت تأثیر هورمون‌های مختلف.

| تیمار | اسانس | آلفاپینین | لیمونن | ایزومتون | منتول | اوا-سینئول | متون |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| SA0mM×IAA0mg/l | ۰/۳۷ ± ۰/۰۱ ^f | ۰/۵۸ ± ۰/۰۱ ^{bc} | ۲/۶۷ ± ۰/۰۱ ^b | ۱۳/۷۸ ± ۰/۰۵ ^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 ± ۰/۰۱ ^a | ۲/۸۷ ± ۰/۰۲ ^a | ۲۶/۱۳ ± ۰/۹ ^a | ۳۰/۳ ± ۰/۹ ^{bc} | ۸/۷ ± ۰/۳ ^{ab} | ۱۸/۳ ± ۰/۶ ^d |
| SA0mM×IAA1.5mg/l | ۰/۷۲ ± ۰/۰۳ ^f | ۰/۸۳ ± ۰/۰۱ ^b | ۲/۴ ± ۰/۰۳ ^c | ۱۴/۱۵ ± ۰/۸ ^d | ۲۴ ± ۰/۸ ^{cd} | ۶/۳۴ ± ۰/۱ ^b | ۲۳/۹ ± ۰/۹ ^b |
| SA0mM×IAA2mg/l | ۰/۳۷ ± ۰/۰۱ ^e | ۰/۶۶ ± ۰/۰۵ ^d | ۲/۱۷ ± ۰/۰۱ ^e | ۱۱/۷ ± ۰/۶ ^d | ۲۹/۶ ± ۰/۸ ^c | ۵/۲۳ ± ۰/۱ ^c | ۲۴/۲ ± 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 | ۳۴/۳ ± ۰/۷ ^b | ۵/۷۲ ± ۰/۱ ^c | ۲۰/۱ ± ۰/۷ ^d |
| SA1mM×IAA1mg/l | ۱/۱ ± ۰/۰۵ ^d | ۰/۶۵ ± ۰/۰۶ ^d | ۲/۱۶ ± ۰/۰۵ ^e | ۱۹/۳۳ ± ۰/۶ ^c | ۲۹/۸ ± ۰/۵ ^c | ۵/۸۲ ± ۰/۱ ^c | ۲۳/۲ ± ۰/۶ ^b |
| SA1mM×IAA1.5mg/l | ۱/۱۸ ± ۰/۰۶ ^d | ۰/۷۶ ± ۰/۰۸ ^b | ۲/۱۷ ± ۰/۰۴ ^e | ۲۱/۵ ± ۰/۵ ^b | ۳۱/۲ ± ۰/۷ ^{bc} | ۵/۱۸ ± ۰/۱ ^c | ۲۴/۱ ± ۰/۸ ^b |
| SA1mM×IAA2mg/l | ۰/۳۲ ± ۰/۰۱ ^f | ۰/۸۷ ± ۰/۰۵ ^b | ۲/۱۹ ± ۰/۰۴ ^e | ۲۳/۲ ± ۰/۹ ^b | ۲۰/۹ ± ۰/۶ ^d | ۴/۳ ± ۰/۰۵ ^d | ۲۳/۶ ± ۰/۶ ^b |
| SA10mM×IAA0mg/l | ۱/۰۵ ± ۰/۰۴ ^d | ۰/۸ ± ۰/۰۴ ^{bc} | ۲/۲ ± ۰/۰۳ ^c | ۲۳/۵ ± ۰/۹ ^b | ۳۱/۷ ± ۰/۶ ^b | ۵/۲ ± ۰/۱ ^c | ۲۱/۸ ± ۰/۵ ^{bc} |
| SA10mM×IAA1mg/l | ۱/۶۵ ± ۰/۰۷ ^a | ۰/۷۶ ± ۰/۰۳ ^{bc} | ۲/۱۹ ± ۰/۰۱ ^e | ۲۲/۱ ± ۰/۷ ^b | ۳۶/۸ ± ۰/۵ ^a | ۵/۱ ± ۰/۱ ^c | ۲۵ ± ۰/۹ ^a |
| SA10mM×IAA1.5mg/l | ۱/۵۸ ± ۰/۰۶ ^{ab} | ۱/۱ ± ۰/۰۵ ^a | ۲/۹۱ ± ۰/۰۱ ^a | ۲۷/۲ ± ۰/۸ ^a | ۳۶/۲ ± ۰/۶ ^a | ۹/۱ ± ۰/۱ ^a | ۲۵/۷ ± ۰/۷ ^a |
| SA10mM×IAA2mg/l | ۱/۳۸ ± ۰/۰۵ ^c | ۰/۷۵ ± ۰/۰۵ ^c | ۲/۱۶ ± ۰/۰۴ ^e | ۲۳/۲ ± ۰/۶ ^b | ۳۲/۵ ± ۰/۶ ^b | ۵/۱ ± ۰/۱ ^c | ۲۶/۱ ± ۰/۸ ^a |
| SA20mM×IAA0mg/l | ۱/۲۴ ± ۰/۰۴ ^c | ۰/۶۵ ± ۰/۰۴ ^d | ۲/۳۴ ± ۰/۰۵ ^d | ۱۷/۵ ± ۰/۷ ^c | ۲۹/۴ ± ۰/۷ ^c | ۴/۹ ± ۰/۰۴ ^{cd} | ۲۱/۷ ± ۰/۷ ^{bc} |
| SA20mM×IAA1mg/l | ۱/۱ ± ۰/۰۳ ^d | ۰/۶ ± ۰/۰۴ ^d | ۲/۳۸ ± ۰/۰۱ ^{cd} | ۱۸/۸ ± ۰/۷ ^c | ۲۷/۳۵ ± ۰/۶ ^c | ۵/۲۶ ± ۰/۱ ^c | ۲۳/۳ ± ۰/۸ ^b |
| SA20mM×IAA1.5mg/l | ۰/۴۲ ± ۰/۰۱ ^f | ۰/۷۵ ± ۰/۰۶ ^c | ۲/۴۳ ± ۰/۰۳ ^c | ۱۷/۱ ± ۰/۶ ^c | ۲۵/۲ ± ۰/۵ ^{cd} | ۵/۲۸ ± ۰/۱ ^c | ۲۲/۱ ± ۰/۶ ^{bc} |
| SA20mM×IAA2mg/l | ۰/۴۱ ± ۰/۰۱ ^f | ۰/۵۱ ± ۰/۰۳ ^d | ۲/۴ ± ۰/۰۳ ^c | ۱۲/۴ ± ۰/۵ ^d | ۲۴/۷ ± ۰/۴ ^{cd} | ۵/۳۴ ± 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 جدول ۲- دسته‌بندی میانگین‌های اسانس (میلی‌لیتر) و ترکیبات عمده اسانس (درصد) بادرنجبویه تحت تأثیر هورمون‌های مختلف.

| تیمار | اسانس | منتول | منتان | ژرانیال | نرال | ژرانیل استات | بتاکاریوفیلین |
|-------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 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 | ۰/۱۴ ± ۰/۰۰۱ ^c | ۳۵/۴ ± ۰/۹ ^a | ۱۶/۷ ± ۰/۵ ^a | ۱۲/۳ ± ۰/۸ ^d | ۹/۹ ± ۰/۷ ^d | ۲/۶ ± ۰/۱ ^d | ۲/۷۵ ± ۰/۲ ^d |
| SA0mM×IAA1.5mg/l | ۰/۱۶ ± 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 | ۴/۹ ± 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 ± ۰/۳ ^c | ۶/۴ ± ۰/۴ ^b |
| SA1mM×IAA0mg/l | ۰/۲۳ ± ۰/۰۰۱ ^a | ۳/۳ ± ۰/۱ ^d | ۲/۴ ± ۰/۱ ^d | ۳۹/۹ ± ۰/۹ ^a | ۳۱/۴ ± ۰/۹ ^a | ۵/۴ ± ۰/۲ ^c | ۵/۴ ± ۰/۲ ^c |
| SA1mM×IAA1mg/l | ۰/۲۱ ± ۰/۰۰۱ ^a | ۷/۹ ± ۰/۲ ^d | ۴/۱ ± ۰/۲ ^{cd} | ۳۰/۹ ± ۰/۸ ^b | ۲۳/۱ ± ۰/۶ ^b | ۸/۱ ± ۰/۴ ^{bc} | ۶/۹ ± ۰/۳ ^{ab} |
| SA1mM×IAA1.5mg/l | ۰/۲ ± ۰/۰۰۲ ^b | ۱۰/۳ ± ۰/۳ ^{cd} | ۴/۵ ± ۰/۲ ^{cd} | ۳۴/۳ ± ۰/۸ ^{ab} | ۲۶/۸ ± ۰/۷ ^b | ۸/۳ ± ۰/۵ ^{bc} | ۶/۲ ± 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 | ۹/۶ ± ۰/۶ ^b | ۶/۱ ± ۰/۳ ^b |
| SA10mM×IAA0mg/l | ۰/۱۷ ± ۰/۰۰۲ ^b | 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 | ۷/۴ ± ۰/۵ ^a |
| SA10mM×IAA1.5mg/l | ۰/۲۲ ± ۰/۰۰۱ ^a | ۳۱/۲ ± ۰/۴ ^a | ۱۷/۷ ± ۰/۴ ^a | ۳۹/۳ ± ۰/۷ ^a | ۲۰/۱ ± ۰/۸ ^b | ۱۱/۳ ± ۰/۸ ^a | ۷/۲ ± ۰/۵ ^a |
| SA10mM×IAA2mg/l | ۰/۱۶ ± ۰/۰۰۲ ^c | ۸/۱ ± ۰/۵ ^d | ۲/۶ ± ۰/۱ ^e | ۳۶/۳ ± ۰/۹ ^a | ۲۷/۸ ± ۰/۷ ^b | ۱۲/۸ ± ۰/۷ ^a | ۷/۴ ± ۰/۶ ^a |
| SA20mM×IAA0mg/l | ۰/۱۲ ± ۰/۰۰۱ ^{cd} | ۹/۵ ± ۰/۴ ^d | ۱/۸ ± ۰/۱ ^e | ۳۴/۸ ± 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 | ۱۶/۶ ± ۰/۵ ^{bc} | ۱۰/۱ ± ۰/۷ ^b | ۳۱/۶ ± ۰/۷ ^{bc} | ۲۳/۹ ± ۰/۹ ^b | ۷/۷ ± ۰/۹ ^c | ۶/۱ ± ۰/۴ ^b |
| SA20mM×IAA1.5mg/l | ۰/۰۷ ± ۰/۰۰۱ ^e | ۱۶/۳ ± ۰/۵ ^{bc} | ۸/۶ ± ۰/۴ ^{bc} | ۲۵/۵ ± ۰/۱ ^c | ۲۶/۲ ± ۰/۸ ^b | ۶/۹ ± ۰/۵ ^c | ۵/۵ ± ۰/۳ ^c |
| SA20mM×IAA2mg/l | ۰/۰۵ ± ۰/۰۰۲ ^e | ۱۴/۴ ± ۰/۴ ^{bc} | ۷/۷ ± ۰/۴ ^{bc} | ۲۳/۳ ± ۰/۱ ^c | ۲۵/۱ ± ۰/۷ ^b | ۳/۹ ± ۰/۷ ^d | ۳/۴ ± ۰/۲ ^d |

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

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 به دلیل 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 گلوکوتایون، 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 (*Ziziphus Glycyrrhiza glabra* L.) (Shabani et al., 2009)، همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) (Galal, 2012)، و ارزن (*Panicum miliaceum* L.) (Bayat et al., 2012) (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 او-۸-سینئول در به‌لیمو (*Lippia citriodora* L.) (Nourafcan et al., 2014)، افزایش ریزازدیادی در مرزه خوزستانی (*Satureja khuzistanica* L.) (زاهدی و صحرارو، ۱۳۹۴)، 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 odoratissima* 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 می‌شوند، چنانچه بیشترین مقادیر همبستگی منفی معنی‌دار بین ترکیبات

میلی‌گرم در لیتر به دست آمد (جدول ۲). در مورد اجزای تشکیل‌دهنده اسانس، در گیاهان نعناع فلفلی در اغلب موارد بیش‌ترین مقادیر به دست آمده در تیمارهای ترکیبی اسید سالیسیلیک ۱۰ 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 ۶ ترکیب منتول، منتان، ژرانیال، نرال، ژرانیل استات و بتاکاریوفیلن بود. در اغلب موارد بیش‌ترین مقادیر به دست آمده در تیمارهای ترکیبی اسید سالیسیلیک ۱۰ 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 فعالیت‌های فتوسنتزی گیاه و هم‌چنین تغییر در جمعیت غده‌های تولیدکننده 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، سیترونال، نرال، ژرانیال و آلفاهومولن بودند (Vesna and Biljana., 2015). بیشترین ترکیبات اسانس نعناع فلفلی شامل آلفاپینن، بتاپینن، ساینن، منتول، منتون، لینالول، ترانس کاریوفیلن، وریدیفلورول، او-۸-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

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

| ترکیبات مؤثره | آلفا پینن | سایبین | بتا پینن | بتا میرسن | پی سیمن | آلفا ترپینن | لیمونن | اوا-۸ سینتول | گاما ترپینن |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| آلفا پینن | ۱ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| سایبین | ۰/۴ ^{**} | ۱ | - | - | - | - | - | - | - |
| بتا پینن | ۰/۴۴ ^{**} | ۰/۷۷ ^{**} | ۱ | - | - | - | - | - | - |
| بتا میرسن | ۰/۱۹ ^{ns} | ۰/۴۲ ^{**} | ۰/۴۶ ^{**} | ۱ | - | - | - | - | - |
| پی سیمن | ۰/۴۵ ^{**} | ۰/۵۳ ^{**} | ۰/۶۰ ^{**} | 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} | ۰/۵۱ ^{**} | ۰/۷۳ ^{**} | ۰/۴۲ ^{**} | ۰/۲۳ ^{ns} | ۰/۲۶ [*] | ۱ | - | - |
| اوا-۸ سینتول | ۰/۷۲ ^{**} | ۰/۶۷ ^{**} | ۰/۷۷ ^{**} | ۰/۴۸ ^{**} | ۰/۶۰ ^{**} | ۰/۲۳ ^{**} | ۰/۳۸ ^{**} | ۱ | - |
| گاما ترپینن | ۰/۱۳ ^{ns} | -۰/۳۴ ^{**} | ۰/۱۳ ^{ns} | ۰/۱۱ ^{ns} | ۰/۰۴ ^{ns} | ۰/۹۱ ^{**} | ۰/۲۵ [*] | ۰/۱۷ ^{ns} | ۱ |
| سیس سایبین | ۰/۱۵ ^{ns} | ۰/۵۹ ^{**} | ۰/۲۴ [*] | ۰/۰۰۵ ^{ns} | ۰/۱۶ ^{ns} | -۰/۵۳ ^{**} | ۰/۰۱ ^{ns} | ۰/۳۰ ^{**} | -۰/۷۱ ^{**} |
| لینالول | ۰/۴۰ ^{**} | ۰/۴۱ ^{**} | ۰/۱۳ ^{ns} | ۰/۱۳ ^{ns} | ۰/۴۷ ^{**} | -۰/۰۹ ^{ns} | -۰/۲۳ ^{**} | ۰/۳۱ ^{**} | -۰/۰۴ ^{**} |
| بتا توژن | ۰/۳۴ ^{**} | ۰/۳۹ ^{**} | ۰/۲۷ [*] | ۰/۲۴ [*] | ۰/۷۹ ^{**} | ۰/۱۰ ^{ns} | -۰/۰۱ ^{ns} | ۰/۴۱ ^{**} | ۰/۰۴ ^{ns} |
| منتون | -۰/۴۹ ^{**} | -۰/۶۰ ^{**} | -۰/۶۸ ^{**} | -۰/۴۳ ^{**} | -۰/۷۶ ^{**} | -۰/۲۰ ^{ns} | -۰/۳۷ ^{**} | -۰/۷۸ ^{**} | -۰/۰۸ ^{ns} |
| ایزومتون | ۰/۴۳ ^{**} | ۰/۶۷ ^{**} | ۰/۷۶ ^{**} | ۰/۳۷ ^{**} | ۰/۶۳ ^{**} | ۰/۱۹ ^{ns} | ۰/۵۴ ^{**} | ۰/۸۰ ^{**} | ۰/۰۵ ^{ns} |
| منتول | -۰/۴۷ ^{**} | -۰/۶۲ ^{**} | -۰/۷۳ ^{**} | -۰/۲۴ [*] | -۰/۵۸ ^{**} | ۰/۱۴ ^{ns} | -۰/۴۵ ^{**} | -۰/۷۳ ^{**} | -۰/۰۴ ^{ns} |
| ترپینن-۴-اوا | -۰/۰۳ ^{ns} | -۰/۱۵ ^{ns} | -۰/۱۵ ^{ns} | -۰/۱۴ ^{ns} | -۰/۷۲ ^{**} | ۰/۰۵ ^{ns} | ۰/۰۳ ^{ns} | -۰/۰۶ ^{ns} | ۰/۰۵ ^{ns} |
| نئو ایزو منتول | ۰/۲۱ ^{ns} | ۰/۲۵ [*] | ۰/۱۷ ^{ns} | ۰/۲۰ ^{ns} | ۰/۴۷ ^{**} | ۰/۲۵ [*] | ۰/۰۱ ^{ns} | ۰/۲۲ ^{**} | ۰/۱۰ ^{ns} |
| آلفا ترپیننول | ۰/۵۷ ^{**} | ۰/۶۹ ^{**} | ۰/۶۹ ^{**} | ۰/۴۰ ^{**} | ۰/۸۶ ^{**} | ۰/۱۴ ^{ns} | ۰/۲۸ ^{**} | ۰/۷۱ ^{**} | ۰/۰۳ ^{ns} |
| پولگون | -۰/۵۳ ^{**} | -۰/۷۱ ^{**} | -۰/۶۳ ^{**} | -۰/۲۹ ^{**} | -۰/۵۲ ^{**} | ۰/۰۱ ^{ns} | -۰/۱۹ ^{ns} | -۰/۷۳ ^{**} | ۰/۱۶ ^{ns} |
| پیپریتون | -۰/۳۲ ^{**} | -۰/۶۶ ^{**} | -۰/۷۴ ^{**} | -۰/۵۳ ^{**} | -۰/۴۸ ^{**} | ۰/۰۹ ^{ns} | -۰/۵۹ ^{**} | -۰/۷۱ ^{**} | ۰/۰۵ ^{ns} |
| کارن | ۰/۵۸ ^{**} | -۰/۵۴ ^{**} | -۰/۵۸ ^{**} | -۰/۲۰ ^{ns} | -۰/۴۶ ^{**} | -۰/۰۴ ^{ns} | -۰/۲۳ ^{ns} | -۰/۷۷ ^{**} | ۰/۰۴ ^{ns} |
| متیل استات | -۰/۶۲ ^{**} | -۰/۵۹ ^{**} | -۰/۶۳ ^{**} | -۰/۱۹ ^{ns} | -۰/۴۳ ^{**} | -۰/۰۴ ^{ns} | -۰/۲۸ [*] | -۰/۷۵ ^{**} | ۰/۰۴ ^{ns} |
| بتابوربون | ۰/۴۹ ^{**} | ۰/۵۷ ^{**} | ۰/۶۲ ^{**} | ۰/۲۴ [*] | ۰/۶۷ ^{**} | ۰/۰۶ ^{ns} | ۰/۲۸ [*] | ۰/۶۸ ^{**} | -۰/۰۶ ^{ns} |
| ترانس کاریوفیلن | -۰/۴۴ ^{**} | -۰/۶۲ ^{**} | -۰/۷۱ ^{**} | -۰/۴۶ ^{**} | -۰/۴۰ ^{**} | -۰/۲۰ ^{ns} | ۰/۵۵ ^{**} | -۰/۷۶ ^{**} | -۰/۱۸ ^{ns} |
| فرانسن | -۰/۰۷ ^{ns} | -۰/۲۴ [*] | -۰/۴۶ ^{**} | -۰/۴ ^{**} | ۰/۰۱ ^{ns} | -۰/۱۶ ^{ns} | -۰/۶۰ ^{**} | -۰/۳۷ ^{**} | -۰/۲۶ [*] |
| بتاکوبین | ۰/۳۸ ^{**} | -۰/۳۰ ^{**} | -۰/۶۰ ^{**} | -۰/۴۴ ^{**} | -۰/۳۱ ^{**} | -۰/۵۴ ^{**} | -۰/۵۴ ^{**} | -۰/۶۸ ^{**} | -۰/۵۸ ^{**} |
| بسیکلو | ۰/۰۳ ^{ns} | -۰/۶۰ ^{**} | -۰/۴۴ ^{**} | -۰/۱۷ ^{ns} | -۰/۱۱ ^{ns} | ۰/۴۱ ^{**} | -۰/۴۵ ^{**} | -۰/۳۱ ^{**} | ۰/۳۹ ^{**} |
| وریدیفلورول | -۰/۳۶ ^{**} | -۰/۲۴ [*] | -۰/۵۲ ^{**} | -۰/۳۷ ^{**} | -۰/۱۳ ^{ns} | -۰/۴۸ ^{**} | -۰/۵۱ ^{**} | -۰/۶۲ ^{**} | -۰/۵۲ ^{**} |
| وزن خشک | -۰/۰۳ ^{ns} | -۰/۰۸ ^{ns} | -۰/۰۱ ^{ns} | -۰/۳۸ ^{**} | -۰/۳ ^{**} | ۰/۶ ^{**} | -۰/۴۴ ^{**} | -۰/۳۱ ^{**} | -۰/۵۴ ^{**} |
| حجم اسانس | -۰/۰۶ ^{ns} | -۰/۰۱ ^{ns} | -۰/۰۶ ^{ns} | -۰/۳۶ ^{**} | -۰/۲۴ [*] | ۰/۵۲ ^{**} | -۰/۳۷ ^{**} | -۰/۱۳ ^{ns} | -۰/۴۸ ^{**} |

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

سایبین، اوا-۸ سینتول، منتون، ایزومتون، بتاپینن، منتول، پولگون، پیپریتون، کارن، ترانس کاریوفیلن و بتاکوبین در نعنای فلفلی، با سایر ترکیبات اسانس؛ و بیشترین مقادیر همبستگی منفی معنی دار 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 نعنای 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

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

| ترکیبات مؤثره | سیس سابین | لینالول | بتا توژن | متنون | ایزومتون | متنول | تریپن-۴-او | نئوایزومتول | آلفا تریپنتول | پولگون |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| لینالول | ۰/۵۴** | ۱ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| بتا توژن | ۰/۰۸ ^{ns} | ۰/۶۰** | ۱ | - | - | - | - | - | - | - |
| متنون | -۰/۳۱** | -۰/۴۵** | -۰/۶۹** | ۱ | - | - | - | - | - | - |
| ایزومتون | ۰/۴۳** | ۰/۳۳** | ۰/۴۷** | -۰/۹۳** | ۱ | - | - | - | - | - |
| متنول | -۰/۴۵** | -۰/۲۸** | -۰/۴۰** | ۰/۸۶** | -۰/۹۵** | ۱ | - | - | - | - |
| تریپن-۴-او | -۰/۰۱ ^{ns} | -۰/۳۹** | -۰/۵۵** | ۰/۴** | -۰/۰۵ ^{ns} | -۰/۰۱ ^{ns} | ۱ | - | - | - |
| نئوایزومتول | ۰/۰۲ ^{ns} | ۰/۶۱** | ۰/۵۹** | -۰/۳۹** | ۰/۲۰ ^{ns} | -۰/۲ ^{ns} | -۰/۵۱** | ۱ | - | - |
| آلفاتریپنتول | ۰/۲۳* | ۰/۵۲** | ۰/۸۰** | -۰/۸۰** | ۰/۷۲** | -۰/۷** | -۰/۴۳** | ۰/۴۴** | ۱ | - |
| پولگون | -۰/۰۵** | -۰/۴۱** | -۰/۴۳** | ۰/۶۳** | -۰/۶۴** | ۰/۶۰** | ۰/۱۶ ^{ns} | -۰/۶۹** | -۰/۶۹** | ۱ |
| پیپریتون | -۰/۲۵* | ۰/۱۰ ^{ns} | -۰/۰۲ ^{ns} | ۰/۶۰** | -۰/۷۰** | ۰/۶۷** | ۰/۰۳ ^{ns} | -۰/۵۱** | ۰/۵۳** | -۰/۵۳** |
| کارن | -۰/۰۴** | -۰/۰۲ ^{ns} | -۰/۰۴** | ۰/۷۳** | -۰/۸۱** | ۰/۸۹** | -۰/۲۰ ^{ns} | -۰/۶۲** | ۰/۵۷** | ۰/۵۷** |
| متیل استات | -۰/۰۴** | -۰/۰۲ ^{ns} | ۰/۶۵** | ۰/۷۷** | ۰/۸۷** | ۰/۲۲* | ۰/۲۰ ^{ns} | ۰/۶۲** | ۰/۵۴** | ۰/۷۱** |
| بتا یوربون | ۰/۴۴** | ۰/۴۱** | ۰/۵۶** | -۰/۹۲** | ۰/۹۲** | ۰/۹۵** | -۰/۱۱ ^{ns} | ۰/۱۵ ^{ns} | ۰/۷۴** | -۰/۵۸** |
| ترانس کاریوفیلن | -۰/۰۶ ^{ns} | -۰/۰۱ ^{ns} | -۰/۲۴* | ۰/۵۰** | ۰/۵۷** | ۰/۵۰** | ۰/۰۷ ^{ns} | -۰/۱۸ ^{ns} | ۰/۶** | ۰/۵۰** |
| فرانسین | ۰/۱۶ ^{ns} | ۰/۴۸** | ۰/۱۹ ^{ns} | ۰/۱۴ ^{ns} | -۰/۰۴** | ۰/۲ ^{ns} | -۰/۰۴** | ۰/۱۴ ^{ns} | -۰/۰۱ ^{ns} | ۰/۱۲ ^{ns} |
| بتاکوبین | ۰/۲۳* | ۰/۱۳ ^{ns} | -۰/۰۱ ^{ns} | ۰/۴۶** | -۰/۵۱** | ۰/۵** | -۰/۱۲ ^{ns} | -۰/۱۲ ^{ns} | -۰/۰۴** | ۰/۳۲** |
| بسیکلو | -۰/۰۴** | ۰/۱۷ ^{ns} | ۰/۰۶ ^{ns} | ۰/۱۳ ^{ns} | -۰/۲۸* | ۰/۲ ^{ns} | ۰/۱۰ ^{ns} | ۰/۱۰ ^{ns} | -۰/۰۲ ^{ns} | ۰/۳۱** |
| وریدیفلورول | ۰/۱۹ ^{ns} | ۰/۲۲ ^{ns} | ۰/۰۳ ^{ns} | ۰/۴** | -۰/۴۹** | ۰/۴۶** | -۰/۳۷** | ۰/۱۵ ^{ns} | -۰/۲۷* | ۰/۱۹ ^{ns} |
| وزن خشک | -۰/۰۵۴** | -۰/۰۶۸** | -۰/۰۵۸** | ۰/۲۳* | ۰/۰۴** | ۰/۰۴** | -۰/۱۵ ^{ns} | ۰/۴۶** | ۰/۵۱** | ۰/۴۴** |
| اسانس | -۰/۰۵۱** | -۰/۰۶۲** | -۰/۰۵۲** | ۰/۱۹ ^{ns} | ۰/۲۲ ^{ns} | ۰/۰۱ ^{ns} | ۰/۳۴** | -۰/۴۹** | ۰/۴۶** | ۰/۳۷** |

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

ترانس کاریوفیلن، وریدیفلورول، ایزومتون، متنول، فرانسین، آلفاتریپنتول، بیسیکلو و بتایوربون در نعناع فلفلی و بتاکوبین، سیترونال، ژرانیال، ژرانیال استات، بتاکاریوفیلن، نرال و وریدیفلورول در بادرنجبویه افزایش یافت. قابل توجه است که همگام با افزایش ترکیبات مذکور، میزان لیمونن، او ۸ سینتول، سیس سابین هیدرات، بتاتوژان، گاماتریپنن، آلفاتریپنن و نئوایزومتول در نعناع فلفلی و متان، ایزومتون 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 ژرانیال استات، بتاکاریوفیلن، سیترونال، 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 ۴). در گیاهان

کیفیت اسانس در هر دو گیاه افزایش می‌یابد. بیشترین میزان گیاهان نعناع فلفلی و بادرنجبویه در ترکیب اسید سالیسیلیک ۱۰ میلی مولار-اسید ایندول استیک ۱ میلی گرم در لیتر و اسید سالیسیلیک ۱۰ میلی مولار-اسید ایندول استیک ۱/۵ میلی گرم در لیتر بدست آمد. با افزایش غلظت استفاده از اسید سالیسیلیک میزان عملکرد در گیاهان مریم گلی (*Salvia officinalis* L.) (رحیم ملک و یادگاری، ۱۳۹۱)، لوبیا (Mung bean) (Nazar et al., 2011)، زیره سیاه (*Carum carvi* L.) (Esfeiny et al., 2011)، خیار (*Cucumis sativus* L.) (farahani et al., 2011)، همیشه بهار (*Calendula officinalis*) (Mardani et al., 2012)، گندم (Bayat et al., 2012)، و (*Ziziphus spina*) (Galal, 2012) کاهش می‌یابد که نتایج این تحقیق را تأیید می‌نماید. با افزایش میزان وزن خشک و میزان اسانس، اجزای اسانس شامل متنون، پولگون، آلفاتریپنن،

جدول ۴- همبستگی بین ترکیبات مؤثره اسانس گیاهان بادرنجبویه تحت تیمارهای اسید سالیسیلیک و اسید ایندول استیک.

| ترکیبات مؤثره | اوا-۸-سینئول | گاما-تریپنین | لینالول | ایزو-پولگون | سیترونل | متان | ایزو-متون | متول | تریپنین-۴-ال | پولگون | آلفا-تریپینو ل | نرال |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| اوا-۸-سینئول | ۱ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| گاما-تریپنین | ۰/۹** | ۱ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| لینالول | ۰/۰۳ ^{ns} | ۰/۰۶ ^{ns} | ۱ | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ایزو-پولگون | -۰/۰۱ | ۰/۰۱ ^{ns} | ۰/۸** | ۱ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| سیترونل | -۰/۴* | -۰/۳* | ۰/۵۰** | ۰/۶۸** | ۱ | - | - | - | - | - | - | - |
| متان | ۰/۸۱** | -۰/۷* | -۰/۱ ^{ns} | -۰/۳* | -۰/۶* | ۱ | - | - | - | - | - | - |
| ایزو-متون | ۰/۸** | ۰/۸** | ۰/۲ ^{ns} | ۰/۰۴ | ۰/۱۴ | ۰/۷** | ۱ | - | - | - | - | - |
| متول | ۰/۷** | ۰/۶** | -۰/۴* | -۰/۵* | -۰/۸* | ۰/۸** | ۰/۵** | ۱ | - | - | - | - |
| تریپنین-۴-ال | ۰/۹۳** | ۰/۸۲** | ۰/۰۳ ^{ns} | -۰/۱۰ | -۰/۴* | ۰/۸۳** | ۰/۷۷** | ۰/۸۳** | ۱ | - | - | - |
| پولگون | -۰/۱۲ | -۰/۱۳ | ۰/۶۲** | ۰/۵۹** | ۰/۷** | -۰/۳** | ۰/۱۰ ^{ns} | -۰/۷** | -۰/۱۵ | ۱ | - | - |
| آلفا-تریپینول | ۰/۹۴** | ۰/۹۹** | ۰/۰۶ ^{ns} | ۰/۰۱ ^{ns} | -۰/۳* | ۰/۶۹** | ۰/۶۶** | ۰/۵۷** | ۰/۸۳** | -۰/۱ | ۱ | - |
| نرال | -۰/۴** | -۰/۴** | ۰/۷۱** | ۰/۷۰** | ۰/۶** | -۰/۵** | -۰/۲۶* | -۰/۷** | -۰/۵** | -۰/۴۰** | -۰/۲ | ۱ |
| پیریتون | ۰/۷۵** | ۰/۶۴** | ۰/۳۵** | ۰/۲ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | ۰/۶** | ۰/۷۲** | ۰/۵۱** | ۰/۸۱** | ۰/۶۴** | ۰/۲۳* | -۰/۲ |
| متیل سیترونل | -۰/۲ | -۰/۲ | ۰/۲۷* | ۰/۵** | ۰/۶** | -۰/۳** | ۰/۱۰ | -۰/۴** | -۰/۲۵* | -۰/۴** | -۰/۱۸ | ۰/۲۳* |
| ژرانیال | -۰/۰۴ | -۰/۰۳ | -۰/۱۴ | -۰/۱۱ | ۰/۰۲ | -۰/۰۳ | -۰/۱۲ | -۰/۰۴ | ۰/۰۵** | ۰/۰۲ | -۰/۱۸ | -۰/۱۸ |
| کارن | ۰/۱ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | -۰/۴** | -۰/۴** | -۰/۱ | ۰/۲۲ | ۰/۲۵* | ۰/۰۵ | ۰/۱۵ | ۰/۰۵ | -۰/۶** | -۰/۶** |
| متیل ژرانات | -۰/۳* | -۰/۳* | ۰/۵** | ۰/۶۷** | ۰/۶** | -۰/۴** | -۰/۱ | -۰/۶** | -۰/۳** | -۰/۲ | ۰/۴۲** | ۰/۴۲** |
| ژرانیال استات | ۰/۲ ^{ns} | -۰/۲ | -۰/۲ | -۰/۱ ^{ns} | ۰/۲ ^{ns} | ۰/۲ | -۰/۱۶ | -۰/۴** | -۰/۲ | ۰/۳* | -۰/۱۸ ^{ns} | -۰/۲ |
| بتاکاریوفیلین | -۰/۵** | -۰/۵** | -۰/۳** | -۰/۳** | ۰/۰۳ | -۰/۳** | -۰/۲۷* | -۰/۱۶ | -۰/۴* | -۰/۱ | ۰/۱ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} |
| آلفا هومولن | -۰/۰۸ | -۰/۰۶ | -۰/۳** | -۰/۴** | ۰/۱۱ | -۰/۰۵ | -۰/۰۳ | -۰/۱۶ | -۰/۰۷ | ۰/۱۵ | -۰/۶** | -۰/۶** |
| بتا کوبین | ۰/۱ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | -۰/۵** | -۰/۵** | ۰/۱ ^{ns} | ۰/۲ ^{ns} | ۰/۰۸ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | ۰/۰۵ ^{ns} | -۰/۸** | -۰/۸** |
| کاریوفیلین اکساید | -۰/۲ | -۰/۲ ^{ns} | -۰/۲ ^{ns} | -۰/۲ ^{ns} | ۰/۳** | -۰/۲ ^{ns} | -۰/۲ ^{ns} | -۰/۴* | -۰/۳ ^{ns} | ۰/۳* | -۰/۱۸ ^{ns} | -۰/۳** |
| وریدیفلورول | -۰/۱ | -۰/۱ | -۰/۵** | -۰/۵** | ۰/۱ ^{ns} | ۰/۰۶ ^{ns} | ۰/۰۱ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | -۰/۱ | -۰/۷** | -۰/۷** |
| وزن خشک | ۰/۱ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | ۰/۷** | ۰/۵** | ۰/۵** | -۰/۵** | -۰/۵** | ۰/۸** | ۰/۸* | -۰/۰۹ ^{ns} | ۰/۱۰ ^{ns} | ۰/۱۰ ^{ns} |
| اسانس | ۰/۱ ^{ns} | -۰/۱ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | -۰/۱ | ۰/۶** | -۰/۵* | -۰/۴** | ۰/۱ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | -۰/۰۲ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} |

ماده مؤثره بتاکاریوفیلین، در تیمارهای ترکیبی اسید سالیسیلیک و اسید ایندول استیک، سطح بیشتری از اسانس را تشکیل داد اما در مورد ژرانیال استات، تیمارهای منفرد و ترکیبی به یک میزان باعث بالا رفتن سطح اسانس گردیدند. هر چند ماده مؤثره ژرانیال و نرال تحت تأثیر تیمارهای منفرد و ترکیبی دو هورمون مذکور، باعث بالا رفتن میزان اسانس شد (جدول ۲).

در مورد نعنای لعلی نتایج همبستگی بین ترکیبات مؤثره نشان داد که ترکیب آلفا پینن در سطح ۱٪ با ترکیبات سابینن، بتاپینن، پی-سیمن، اوا-۸-سینئول، لینالول، بتاتون، ایزومتون، آلفا-تریپینول و بتابورینن همبستگی معنی دار و مثبت و با ترکیبات متون، متول، پولگون، پیریتون، کارن، متیل استات،

دارویی مرزنجوش (*Origanum majorana* L.) و ریحان (*Ocimum basilicum* L.) (Gharib, 2006)، نعنای لعلی (Figuerera 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 جدول ۲، دو ترکیب متول و متون، غالباً تحت تأثیر اسید سالیسیلیک ۱۰ میلی‌مولار و اسید ایندول استیک ۱ و ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر بودند. این دو تنظیم‌کننده رشد، بر میزان مواد مؤثره متول، متان، ژرانیال، نرال، ژرانیال استات و بتاکاریوفیلین در سطح ۱ درصد معنی دار شدند. میزان

ادامه جدول ۴- همبستگی بین ترکیبات مؤثره اسانس گیاهان بادرنجبویه تحت تیمارهای اسید سالیسیلیک و اسید ایندول استیک.

| حجم اسانس | وزن خشک | وریدیفلورول | کاربوفیلین | اکساید | بتا کوپین | آلفا هومولن | بتا کاربوفیلین | ژرانیل استات | میتل ژرانات | کارن | ژرانیل | میتل | پیریتون | میتل سیترونات | ترکیبات مؤثره |
|-----------|---------|-------------|--------------------|--------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------|-------------------|
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ۱ | - | پیریتون |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ۱ | ۰/۱ ^{ns} | - | میتل سیترونات |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ۱ | ۰/۱ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | - | ژرانیل |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ۱ | ۰/۲۴* | ۰/۱ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | - | کارن |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | ۱ | ۰/۱ ^{ns} | ۰/۱۱ ^{ns} | ۰/۷۸** | ۰/۱ ^{ns} | - | میتل ژرانات |
| - | - | - | - | - | - | - | - | ۱ | ۰/۲۸* | ۰/۷۰** | ۰/۲۹* | ۰/۲۲ ^{ns} | ۰/۳۰* | - | ژرانیل استات |
| - | - | - | - | - | - | - | ۱ | ۰/۰۴ ^{ns} | ۰/۲۰ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | ۰/۰۶ ^{ns} | ۰/۰۶ ^{ns} | ۰/۵۵** | - | بتا کاربوفیلین |
| - | - | - | - | - | - | ۱ | ۰/۰۲ ^{ns} | ۰/۸۸** | ۰/۱۴ ^{ns} | ۰/۸۴** | ۰/۳۳** | ۰/۲۲ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | - | آلفا هومولن |
| - | - | - | - | ۱ | ۰/۹۳** | ۰/۰۸ ^{ns} | ۰/۷۷** | ۰/۰۶ ^{ns} | ۰/۹۳** | ۰/۳۳** | ۰/۰۳ ^{ns} | ۰/۰۳ ^{ns} | ۰/۰۴ ^{ns} | - | بتا کوپین |
| - | - | - | ۱ | ۰/۸۰** | ۰/۷۱** | ۰/۸۹** | ۰/۱۶ ^{ns} | ۰/۸۶** | ۰/۴۹** | ۰/۲۶* | ۰/۴۰** | ۰/۱ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | - | کاربوفیلین اکساید |
| - | - | ۱ | ۰/۸۱** | ۰/۹۶** | ۰/۹۵** | ۰/۰۸ ^{ns} | ۰/۷۸** | ۰/۰۷ ^{ns} | ۰/۸۷** | ۰/۳۱* | ۰/۱۶ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | - | وریدیفلورول |
| - | ۱ | ۰/۹۳** | ۰/۰۸ ^{ns} | ۰/۷۷** | ۰/۰۱ ^{ns} | ۰/۹۳** | ۰/۷۲** | ۰/۰۳ ^{ns} | ۰/۰۱ ^{ns} | ۰/۷۱** | ۰/۰۵ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | - | وزن خشک |
| ۱ | ۰/۹۶** | ۰/۹۵** | ۰/۰۸ ^{ns} | ۰/۷۸** | ۰/۰۷ ^{ns} | ۰/۸۷** | ۰/۶۶** | ۰/۱۶ ^{ns} | ۰/۰۲ ^{ns} | ۰/۶۷** | ۰/۰۲ ^{ns} | ۰/۰۳ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | - | حجم اسانس |

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

متان، ایزومتون، منتول، ترپین-۴-ال، آلفاتریپیتول و پیریتون همبستگی معنی دار و مثبت و با بتاکاربوفیلین و نرال همبستگی معنی دار و منفی در سطح ۱٪ را نشان داد. ترکیب لینالول همبستگی معنی دار و مثبت با ترکیبات ایزوپولگون، سیترونال، پولگون، نرال، پیریتون و میتل ژرانات در سطح ۱٪ را نشان داد و نیز در همین سطح، با ترکیبات وریدیفلورول، بتاکوپین، بتاکاربوفیلین، آلفاهومولن، کارن و منتول همبستگی معنی دار و منفی داشت. بطور کلی در اغلب موارد ترکیبات عمده اسانس در هر دو گیاه با همدیگر ارتباط مثبت و معنی داری داشتند (جدول ۳-۴). 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 سیتوکینین در شرایط غیرتنش می گردد. این ماده تحت شرایط تنش ها باعث افزایش اکسین، آبسزیک اسید،

ترانس کاربوفیلین، وریدیفلورول و بتاکوپین همبستگی منفی و معنی دار داشت. ترکیب ساینین در سطح ۱٪ با ترکیبات آلفا پینین، بتاپینین، بتامیرسن، پی سیمن، لیمونن، او-۸-سینثول، سیس ساینین هیدرات، لینالول، بتاتوزن، ایزومتون، آلفاتریپیتول و بتابورین همبستگی معنی دار و مثبت و با ترکیبات گاماتریپین، منتول، منتول، پولگون، پیریتون، کارن، میتل استات، ترانس کاربوفیلین، بتاکوپین و بیسیکلو همبستگی معنی دار و منفی داشت. ترکیب بتاپینین در سطح ۱٪ با ترکیبات آلفا پینین، ساینین، بتامیرسن، پی سیمن، لیمونن، ایزومتون، آلفاتریپیتول و بتابورین همبستگی معنی دار و مثبت و با ترکیبات منتون، منتول، پولگون، پیریتون، کارن، میتل استات، ترانس کاربوفیلین، فرانسن، بتاکوپین، بیسیکلو و وریدیفلورول همبستگی معنی دار و منفی داشت. در مورد بادرنجبویه نتایج به دست آمده از همبستگی مشخص نمود که ترکیب او-۸-سینثول در سطح ۱٪ با ترکیبات گاماتریپین، متان، ایزومتون، منتول، ترپین-۴-ال، آلفاتریپیتول و پیریتون همبستگی معنی دار و مثبت و با ترکیبات بتاکاربوفیلین، نرال و سیترونال همبستگی معنی دار و منفی داشت. ترکیب گاماتریپین با ترکیبات او-۸-سینثول،

۱/۵ میلی گرم در لیتر، بیشترین تأثیر را در افزایش اسانس و ترکیبات مؤثره اسانس در گیاهان نعنای فلفلی و بادرنجبویه داشته اند. بیشترین اجزای موجود در اسانس بادرنجبویه (بیش از ۶۵٪) ژرانیال، نرال و منتول و در نعنای فلفلی (بیش از ۷۰٪) منتول، منتون و ایزومنتون بودند.

مانع از کاهش سیتوکینین، افزایش انتقال آسیمیلاتها و در نهایت بالارفتن کارایی فتوسنتز می گردد (Shakirova et al., 2003).

نتیجه گیری

در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از تیمارهای ترکیبی اسید سالیسیلیک ۱۰ میلی مولار و اسید ایندول استیک

منابع

- اسدی اقدام، ا.، باغبان سیروس، ش و علی زاده اسکویی، پ. (۱۳۹۳) تأثیر محلول پاشی ایندول استیک اسید و تیوسولفات آمونیوم بر درصد تنک، عملکرد و کیفیت میوه سیب پاییزه زنوز، نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی ۴(۱۳): ۱۳۹-۱۴۵.
- خوشنویس، م.، تیموری، م.، متینی زاده، م. و شیروانی، ا. (۱۳۹۱) اثر تیمارهای نوری، هورمونی و دانه بندی بستر کاشت بر ریشه زایی قلمه های گونه *Juniperus oblonga*، مجله جنگل ایران ۴(۲): ۱۳۵-۱۴۲.
- رحیم ملک، م. و یادگاری، م. (۱۳۹۱) اثرات جاسمونیک و سالیسیلیک اسید بر خاصیت فیتوشیمیایی برگ مریم گلی، داروهای گیاهی ۳(۲): ۸۹-۹۴.
- رازقی، ل.، عزیزی، م.، زیارت نیا، م.، باقری، ع. و نعمتی، ح. (۱۳۹۳) تأثیر ترکیب های هورمونی بر القاء کالوس گیاه دارویی کرفس کوهی (*Kelussia odoratissima* Mozaff.) و بررسی رشد آن در محیط کشت مایع، دو ماهنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۳۰(۶): ۹۴۳-۹۵۳.
- زاهدی، ب. و صحرارو، ا. (۱۳۹۴) ارزیابی ریزازدیادی گیاه دارویی مرزه خوزستانی (*Satureja khuzistanica*)، علوم باغبانی ایران ۶(۲): ۲۹۱-۲۹۶.
- Adams, R. (2001) Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Quadrupole Mass Spectrometry. P. 456. Carol Stream, Illinois, 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.

- International Journal of Agriculture and Biology 4: 485-492.
- Ghorbani, N., Moradi, H., Akbarpour, V. and Ghazemnezhad, 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 GA₃ on rooting and morphological features of *Melissa officinalis* L. stem cuttings. *Scientific World Journal* 34: 12-24.
- Hayward, A., Stirenberg, P., Beveridge, 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, S.H., 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 salicylic 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., Khushkhuhi, 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) Salicylic acid and methyl jasmonate induced protection on photosynthesis to paracetamol oxidative stress. *Bulgarian Plant physiology Special Issue*: 133-152.
- Povh, J.A. and Ono, E.O. (2006). Rendimento do oleo essencial de *Salvia officinalis* L. Sob a ação de reguladores vegetais. *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 (*Lycopersicon 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-

322.

- Victor Perez, T., Antonio Lopez, O., Asception Martinez, P. and Antonio, A.C. (2012) Antioxidant activity and rosmarinic acid changes in salicylic acid treated *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 Ca²⁺ 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 induced 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 biofertilizers 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.