مقاله پژوهشی

تأثیر اسید سالیسیلیک بر خصوصیات رشد و فیتوشیمیایی گیاه آویشن دنایی (*Thymus daenensis* Celak) در شرایط کم‌آبیاری

لیلا عبدی[۱]، حمیدرضا اصغری*[۱]، مجید تولیت ابوالحسنی[۲]، محمدرضا عامریان[۱]، حسنعلی نقدی بادی[۲]

[۱] گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، [۲]مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی، کرج

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۲۵، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۰/۱۰/۱۴)

چکیده

خشکی به‌عنوان مهم‌ترین مشکل توسعه کشاورزی در ایران یکی از بازدارنده‌های اصلی در تولید محصولات کشاورزی به‌شمار می‌رود. از آنجا که رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت بهبود کمیت و کیفیت ماده مؤثره است، امروزه کاربرد اسید سالیسیلیک به‌عنوان یکی از هورمون‌های گیاهی در افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌هایی همچون خشکی افزایش یافته است. در این پژوهش اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر خصوصیات رشد و فیتوشیمیایی گیاه آویشن دنایی (*Thymus daenensis* Celak) در شرایط کم‌آبیاری مورد مطالعه قرار گرفت. بدین منظور آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی واقع در هلجرد کرج در سال ۱۳۹۶ انجام شد. نتایج نشان داد تنش کم‌آبیاری سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، عملکرد سرشاخه‌های گلدار، کلروفیل a و کلروفیل b، درصد اسانس و ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس شامل تیمول، کارواکرول، پاراسیمن و بتاکاریوفیلین شد. از طرفی کاربرد اسید سالیسیلیک اثرات منفی شرایط کم‌آبیاری را کاهش داد. همچنین بالاترین شاخص‌های رشدی و فیتوشیمیایی در گیاهان تیمارشده با اسید سالیسیلیک مشاهده شد. نتایج نشان داد اسیدسالیسیلیک با القای تحمل تنش موجب تعدیل خسارت‌های ناشی از تنش کم‌آبیاری در گیاه آویشن دنایی شده و سبب افزایش میزان رشدونمو گیاهان تحت تنش شدند. یافته‌های این پژوهش می‌تواند برای کاهش خسارت گیاهان در مناطق کم‌آب مورد استفاده قرارگیرند.

کلمات کلیدی: اسید سالیسیلیک، کم‌آبیاری، اسانس، ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس

مقدمه

گیاه دارویی آویشن دنایی *Thymus daenensis* celak گیاهی چند ساله از خانواده نعناعیان (Lamiaceae) است. این گیاه دارای گل‌های کوچک، بنفش رنگ و بذرهای ریز با تنوع رنگی متفاوت است. رنگ بذرها عمدتاً قهوه‌ای متمایل به تیره است (Omid Beigi, 2005). خانواده Lamiaceae از بزرگ‌ترین خانواده‌های دولپه‌ای است. بسیاری از گونه‌های متعلق به آن به‌شدت معطر هستند که توسط غده‌های خارجی گیاه تولید می‌شوند (Sharafzadeh, 2012). آویشن همواره به‌عنوان یک گیاه دارویی مهم و ارزشمند شناخته شده است. جز اصلی اسانس آویشن تیمول است که به‌همراه ترکیبات فنلی دیگر مثل کارواکرول، پاراسیمن و گاماترپنین سبب خصوصیات ضدعفونی و بازدارندگی آن می‌شود. علاوه بر این اسانس آویشن ضددرد و ضداسپاسم و مفید برای مشکلات کبدی و

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

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.13.4]

گوارشی و ارتقادهنده سطح هوشیاری است (Al-Mariri *et al*., 2013). کیفیت فرآورده‌های گیاه آویشن ممکن است توسط شرایط محیطی مختلف مانند کیفیت و کمیت نور، تغذیه کودی، تراکم گیاهی، رطوبت خاک و دما که توانایی تغییر محتوای ماده مؤثره دارویی گیاه را دارند، تحت‌تأثیر قرار گیرند (Odabas *et al*., 2014).

در بین عوامل محیطی، احتمالاً آب محدودکننده‌ترین عامل برای کیفیت و عملکرد محصول تولیدی گیاهان زراعی و دارویی است (Roche *et al*., 2009). تنش خشکی از جنبه‌های گوناگون گیاه را تحت‌تأثیر قرار داده است (Agayi and Mohebali pour, 2014). تنش کم‌آبی با تأثیر بر پتانسیل آبی و آماس سلول‌های گیاه کارایی طبیعی گیاه را مختل می‌کند و باعث تغییر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در گیاه می‌شود (Parakash and Singh, 2020). تحت شرایط تنش خشکی مشکلات دیگری از جمله وضعیت نامناسب تغذیه‌ای و همچنین دمای بالا نیز شدیدتر می‌گردد کـه باعث پیچیده‌تر نمودن آثار مخرب تنش خشکی می‌شود (Da Costa *et al*., 2019). گیاهان دارویی ممکن است واکنش‌های متفاوتی در مقابل تنش کم‌آبی در عملکرد و مواد مؤثر تولیدی نشان دهند که برای فهم بیشتر این ویژگی‌ها، تحقیقات وسیعی بر روی گیاهان با ارزش دارویی همراه با اعمال تیمارهای مختلف نیاز است (Shirani Bidabadi and Mehralian, 2020). تنش خشکی از جمله تنش‌های محیطی مهم است که با ایجاد اختلال در عمل روزنه‌ها و سیستم فتوسنتزی و کاهش سطح برگ موجب ریزش گل و میوه گیاهان و درنهایت کاهش عملکرد گیاه می‌شود (Jaleel *et al*., 2008). تنش خشکی می‌تواند باعث کاهش ارتفاع، تعداد و سطح برگ، وزن خشک، بسته-شدن روزنه‌ها و کاهش میزان کلروفیل در گیاهان دارویی شود (Nemeth *et al*., 1993). خشکی منجر به کاهش فتوسنتز گیاه، تغییر در محتوای کلروفیل و صدمه به ساختارهای فتوسنتزی می‌گردد (Fu and Huang, 2001). یکی از رهیافت‌های نوین در بهبود کمی و کیفی محصولات کشاورزی استفاده از تنظیم-کننده‌های رشد است. اسید سالیسیلیک (SA) بانام ۲- هیدرو کسی بنزوئیک اسید یا اورتوهیدرکسی بنزوئیک اسید و با فرمول شیمیایی $C_7H_6O_3$ است (Pal *et al*., 2013). به‌عنوان یک گروه از ترکیبات فنلی، دارای یک حلقه آروماتیک متصل به یک گروه هیدروکسیل و کربوکسیل متصل بوده‌است (Klessig *et al*., 2018). نقش اسید سالیسیلیک هم‌چنین به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد در القای تحمل به بسیاری از تنش‌ها زیستی و غیرزیستی همچون باکتری‌ها، قارچ‌ها، ویروس‌ها (Al-Hakimi, 2008)، تنش سرمازدگی و تنش خشکی (Senaratna *et al*., 2000) مورد توجه قرار گرفته است. گزارش‌های متعددی مبنی بر نقش اسید سالیسیلیک در کاهش اثرات ناشی از تنش خشکی وجود دارد. اسید سالیسیلیک می‌تواند فتوسنتز کل را در گیاهان در معرض تنش خشکی افزایش دهد (Larque, 1979).

مطالعات زیادی در خصوص اثرات محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در غلظت‌های مختلف در مراحل رشدی متفاوت روی خصوصیات فیتوشیمیایی تعدادی گونه‌های گیاهان دارویی نظیر علف لیمو (Idrees et al., 2010)، ملیس یا بادرنجبویه (Ghasemi Pirbalouti *et al*., 2019) نعناع فلفلی (Saharkhiz and Goudarzi, 2014) رازیانه (Forouzande *et al*., 2019) و انواع گونه‌های آویشن (Ghasemi Pirbalouti *et al*., 2014; Mohammadi *et al*., 2019) حاکی از تغییرات (کاهشی یا افزایشی) کمیت و کیفیت ماده مؤثره گیاهان دارویی است. کاهش رشد انتهایی گوجه‌فرنگی (*Lycopersicum esculentum* Mill.) (Shahba *et al*., 2010) و تولید مواد فنولی و کاهش تجمع یون‌های سمی بواسطه اثرات آنتی‌اکسیدانی در آویشن (*Thymus membranceus* L.) (Victor Perez *et al*., 2012) و نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) (Figurera *et al*., 2014) می‌شود. اسید سالیسیلیک در گیاهانی که تحت تنش‌های محیطی قرار دارند نقش حفاظتی دارد.

اسید سالیسیلیک نقـش مهمی در سازگاری گیاهان بالاخص در شرایط تنش‌های زنده و غیرزنده یا محیطی ایفا می‌کند و به‌عنوان یکی از محرک‌ها یا الیستورها، در رشد، نمو و عملکرد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.13.4]

کمی و کیفی گیاهان زراعی، باغی و دارویی مؤثر است (Ghasemi Pirbalouti *et al.*, 2014). کاربرد الیسیتورهای غیرزیستی مانند اسید سالیسیلیک از مهمترین راهکارهای جهت القاء تولید متابولیسم‌های ثانویه و افزایش عملکرد کمی و کیفی مواد مؤثره ارزشمند در گیاهان دارویی است (Ghasemi Pirbalouti *et al.*, 2019). بنابراین تحقیق حاضر با هدف ارزیابی اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر گیاه دارویی آویشن دنایی در شرایط کم‌آبیاری مورد تحلیل قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر اسید سالیسیلیک بر خصوصیات رشد و فیتوشیمیایی گیاه آویشن دنایی تحت شرایط کم‌آبیاری، آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات و در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار و در سال زراعی ۱۳۹۶ در مزرعه زراعی گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی واقع در هلجرد کرج اجرا شد.

موقعیت جغرافیایی منطقه، با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۷ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۲۹۷ متر از سطح دریا است. تیمارهای مورد آزمایش در این بررسی شامل سه سطح آبیاری شاهد (آبیاری معمول A1)، قطع آبیاری قبل از گل‌دهی (A2) و قطع آبیاری بعد از گل‌دهی (A3) به‌عنوان عامل اصلی و اسید سالیسیلیک شامل: تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی C1)، اسید سالیسیلیک (۰/۱ مولار (C2) و اسید سالیسیلیک ۰/۲ مولار (C3) به‌عنوان فاکتور فرعی لحاظ شد. در این آزمایش بذرهای گیاه آویشن دنایی در بهار سال ۱۳۹۵ از عرصه طبیعی از منطقه کوهرنگ اصفهان جمع‌آوری شده بود، استفاده شد. در اواخر شهریورماه همان سال به تعداد پنج عدد و با فواصل یکسان به عمق حدود ۲ میلی‌متر در گلدان‌های پلاستیکی کوچک (جیفی پات) که محتوی خاک گلدان، ماسه و خاکبرگ با نسبت وزنی ۲:۱:۱ هستند کشت شدند. سپس در اوایل آذرماه به زمین اصلی منقل شده است. قبل از انتقال نشا به زمین اصلی، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک محل آزمایش نمونه‌برداری انجام گرفت و ویژگی‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد و نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده‌است.

پس از عملیات تهیه زمین کاشت انجام شد. در این آزمایش کرت‌های فرعی به طول ۳ متر و عرض ۱/۵ متر و فاصله بین کرت‌ها نیم متر و بلوک‌ها از یکدیگر یک متر بود. تراکم گیاهان براساس سه بوته در هر متر مربع تنظیم شد. زمانی‌که نشاءها حدود ۱۱-۱۰ برگی بودند به زمین اصلی منتقل شد. بعد از نشاءکاری اولین آبیاری در مزرعه به صورت غرقابی انجام شد. زمانی که گیاهان استقرار کامل پیدا کردند اعمال تیمار کم‌آبی با روش آبیاری قطره‌ای و براساس نقشه طرح انجام گرفت که حجم آب‌آبیاری در هر بار برای تمامی تیمارها یکسان بود (با قراردادن کنتور از حجم آب یکسان استفاده شد). مقدار آب موردنیاز در هر مرحله بر اساس تبخیر و تعرق بالقوه برای هر تیمار براساس آبدهی در طول هر یک از لوله‌ها در فشار طراحی و تیمار آبیاری اعمال شد. تبخیر و تعرق بالقوه را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد:

$$ET_0 = K_P E_{Pan}$$

که در آن E_{pan} تبخیر از تشک برحسب میلی‌متر در روز و نشان‌دهنده میانگین روزانه تبخیر در طول دوره موردنظر است و Kp ضریب تشک تبخیر است. بنابراین در این پژوهش جهت برآورد آب مورد نیاز گیاه ابتدا از روی آمار گذشته مربوط به تبخیر از تشک Epan مشخص و سپس با مراجعه به جدول مربوط به تشک کلاس A و با توجه به عوامل اقلیمی و محل استقرار تشک، ضریب Kp تعیین شد. پس از تعیین ضریب K_0، ET_0 نیز محاسبه شد (Golkr *et al.*, 2009).

آبیاری کرت‌ها تا زمان جوانه‌زنی و استقرار کامل گیاه در زمین به‌صورت منظم و قطره‌ای صبح زود هنگام طلوع آفتاب انجام شد. زمان اعمال تیمار اسید سالیسیلیک با غلظت‌های مورد نظر در چهار مرحله با فاصله زمانی یک هفته (۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز) قبل از شروع گلدهی بر روی گیاهان انجام‌گردید. محلول‌ها به غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۲ مولار تهیه و صبح زود محلول‌پاشی انجام شد. محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با کمک سم‌پاش دستی انجام شد. نحوه محلول‌پاشی به این صورت

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.13.4]

جدول ۱- مشخصات اقلیمی و خاکشناسی منطقه مورد مطالعه

فسفر	پتاسیم	نیتروژن	هدایت الکتریکی	کربن آلی	اسیدیته	متوسط بارندگی سالیانه	متوسط درجه حرارت سالیانه	متوسط حداکثر درجه حرارت	متوسط حداقل درجه حرارت
میلی‌گرم بر لیتر			dS/m	درصد		میلی‌متر	درجه سانتی‌گراد		
۱۴/۸	۱۹۰/۸	۰/۰۲۹	۲/۰۵	۰/۳۳۹	۷/۶۶	۳۷۲/۲	۱۶/۷	۲۲/۹	۱۰/۵

انجام گرفت که بر روی تمام قسمت‌های بوته قطرات محلول جاری شده، به‌طوریکه اندام‌های هوایی خیس شدند. همه مراحل محلول‌پاشی در هنگام صبح (Malek and Yadegari, 2012) صورت گرفت تا تبخیر از سطوح برگ به حداقل برسد. در طول فصل رشد وجین علف هرز به‌صورت دستی انجام شد. اعمال آبیاری تا پایان حداکثر گلدهی بوته ادامه یافت و برداشت سه ماه پس از تاریخ کاشت، در اواخر تیرماه و در مرحله گلدهی کامل یعنی زمانی‌که تقریباً ۹۰ درصد بوته‌ها به گل رفته بودند، صورت گرفت.

اندازه‌گیری صفات: در مرحله گلدهی کامل جهت اندازه‌گیری عملکرد ماده خشک، بوته‌ها همزمان و بطور تصادفی و با رعایت اثرات حاشیه انتخاب و به آرامی از گیاه جدا و پس از خشک‌شدن با ترازوی دقیق دیجیتالی Soehnle ساخت کشور آلمان و به دقت ۰/۰۱ گرم، اندازه‌گیری گردید. همچنین ارتفاع بوته و نیز تعداد شاخه‌های جانبی در سه بوته انتخابی در هر کرت صورت گرفت.

درصد و ترکیبات اسانس: گیاهان در مراحل مختلف رشد برداشت شده و به‌منظور اسانس‌گیری در سایه با تهویه مناسب در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد و به‌مدت ۱۰ روز کاملاً خشک شدند. اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب بوسیله دستگاه کلونجر مدل بریتانیایی انجام شد، اسانس گیاهان موردنظر پس از آماده‌سازی، جهت شناسایی ترکیبات به دستگاه کروماتوگرافی گازی GC مدل Agilent 6890 و GC/MS مدل Agilent 5975 C مجهز به ستون موئینه HP-5MS به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میکرون و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر با محدوده دمایی آون ستون از ۶۰ تا ۲۴۰ درجه سانتیگراد تزریق گردید. شناسائی طیف‌ها به کمک شاخص بازداری آنها و مقایسه آن با شاخص‌های موجود در کتب مرجع و مقالات و با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیبات استاندارد صورت گرفت (Adams, 2001).

اندازه‌گیری میزان کلروفیل a و b: این اندازه‌گیری بر مبنای روش Arnon و همکاران (۱۹۶۷) انجام شد. میزان جذب عصاره استخراج‌شده در طول‌موج‌های ۶۴۵ نانومتر، ۶۶۳ نانومتر خوانده شد. سپس با استفاده از روابط زیر میزان کلروفیل a و کلروفیل b برحسب میلی‌گرم در هر گرم برگ تر محاسبه شد.

$$Chl\ a = [(12.7\times A663) - (2.69\times A645)]\times V / 1000\times W$$

$$Chl\ b = [(22.9\times A645) - (4.69\times A663)]\times V / 1000\times W$$

درنهایت داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS ver 9.4 مورد تجزیه آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین از روش حداقل اختلاف معنی‌دار LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که دو تیمار آبیاری و اسید سالیسیلیک روی صفات ارتفاع بوته و عملکرد سرشاخه‌های گلدار تأثیر معنی‌داری داشتند و صفت کلروفیل a فقط تحت اثر معنی‌دار آبیاری قرار گرفت. تعداد شاخه‌های جانبی و کلروفیل b تحت تأثیر اسید سالیسیلیک قرار گرفتند. اثر متقابل آبیاری و اسید سالیسیلیک تنها بر ارتفاع بوته معنی‌دار نبود (جدول ۲).

ارتفاع بوته: نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها اثر آبیاری بر ارتفاع بوته نشان داد که شرایط کم‌آبیاری موجب کاهش ارتفاع بوته گردید. به‌طوریکه بیشترین ارتفاع با میانگین

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.13.4]

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر آبیاری و اسید سالیسیلیک بر صفات مورد مطالعه آویشن دنایی تحت تنش آبی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		ارتفاع بوته	تعداد شاخه‌های جانبی	عملکرد سرشاخه‌های گلدار	کلروفیل a	کلروفیل b
تکرار	۲	۵/۱۱ ns	۱۸/۰۲ ns	۴/۳۳ ns	۵/۷۸ ns	۵/۸۲ ns
آبیاری	۲	۶۳/۳*	۷۰۳۰/۴۴ns	۳۳۵/۴۱**	۱۶/۳*	۲۶/۲ns
خطا اصلی	۴	۳/۷۲	۲/۱۰	۳/۲۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲۳
اسید	۲	۹/۳۶*	۲۲۲۵/۵۲**	۴۵/۸۲**	۵۰/۲ ns	۳۲/۱*
آبیاری × اسید	۴	۲/۲۶ns	۷۵۸/۷۵ *	۵۱/۷۳**	۲۰/۱**	۱۶/۲**
خطا فرعی	۲۶	۰/۹۵	۰/۵۶	۱/۳۲	۰/۳۴	۰/۴۲
ضریب تغییرات (درصد)	_	۵/۸۲	۲/۰۳	۶/۴۴	۰/۲۵	۰/۱۰

ns، *، **، به‌ترتیب عدم اختلاف معنادار، اختلاف معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر آبیاری بر ارتفاع، درصد کارواکرول و درصد بتاکاریوفیلین در گیاه آویشن دنایی تحت تنش آبی

منبع تغییرات	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	کارواکرول (درصد)	بتا کاریوفیلین (درصد)
تا پایان دوره رشد	۱۸/۳۳ a	۶/۶۶ a	۵/۸ a
قطع آبیاری قبل از گلدهی	۱۴/۶۶ c	۴/۳۵ c	۴/۹۶ c
قطع آبیاری بعد از گلدهی	۱۶/۲۸b	۶/۰۰b	۴/۲b

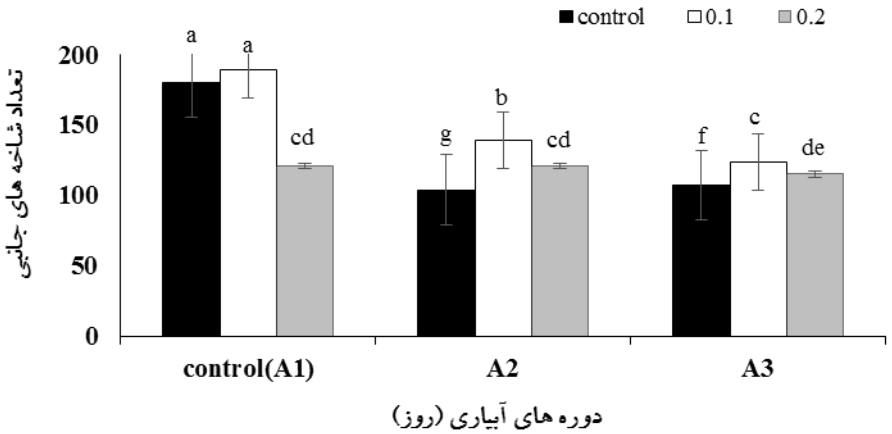
جدول ۴- مقایسه میانگین تأثیر اسید سالیسیلیک بر ارتفاع، درصد کارواکرول و بتاکاریوفیلین در گیاه آویشن دنایی تحت تنش آبی

منبع تغییرات	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	کارواکرول (درصد)	بتا کاریوفیلین (درصد)
شاهد	۱۸/۹۷ b	۶/۵۰ b	۳/۹ b
۰/۱ مولار	۱۹/۷۷ a	۷/۳۳ a	۴/۴ a
۰/۲ مولار	۱۳/۶۵ c	۴/۹۴c	۳/۳ c

۱۸/۳۳ سانتی‌متر در تیمار آبی آبیاری تا پایان دوره رشد (A1) و کمترین آن با میانگین ۱۴/۶۶ سانتی‌متر در تیمار آبی قطع آبیاری قبل از گلدهی (A2) مشاهده شد (جدول ۳). محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک تنها در غلظت ۰/۱ مولار موجب بهبود ارتفاع بوته نسبت به سطح شاهد گردید. با کاربرد اسید سالیسیلیک (C2) ۰/۱ مولار بیشترین ارتفاع بوته با میانگین ۱۹/۷۷ سانتی‌متر و کمترین میزان ارتفاع با میانگین ۱۳/۶۵ سانتی‌متر در تیمار اسید سالیسیلیک (C3) ۰/۲ مولار مشاهده شد (جدول ۴).

تعداد شاخه‌های جانبی: نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر دوگانه تیمارهای آزمایشی بر تعداد شاخه‌های جانبی گیاه نشان داد که در مجموع بیشترین تعداد شاخه‌های جانبی در تیمار آبیاری معمول و کاربرد اسید سالیسیلیک (C2) ۰/۱ مولار با میانگین ۱۸۹/۳۳ عدد و کمترین میزان آن مربوط به تیمار قطع آبیاری قبل از گلدهی و عدم کاربرد اسید سالیسیلیک C1 (شاهد) با میزان ۱۰۳/۸۳ عدد بدست آمد. نتایج حاکی از آن بود که اثر برهمکنش آبیاری و کاربرد اسید سالیسیلیک روی تعداد شاخه‌های جانبی به گونه‌ای بود که در شرایط کم‌آبیاری

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.13.4]



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و اسید سالیسیلیک بر تعداد شاخه‌های جانبی در گیاه آویشن دنایی

مصرف اسید سالیسیلیک در هر دو سطح ۰/۱ و ۰/۲ مولار موجب تولید تعداد شاخه‌های جانبی بیشتری در گیاه گردید (شکل ۱).

عملکرد سر شاخه‌های گلدار: تنش کم‌آبیاری باعث کاهش معنی‌دار در عملکرد سرشاخه‌های گلدار گیاهان آویشن دنایی شد. نتایج نشان داد که کاربرد اسید سالیسلیک در شرایط کم‌آبیاری عملکرد سرشاخه‌های گلدار را بطور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش می‌دهد. بیشترین میزان این صفت (۲۸/۸ کیلوگرم بر هکتار) در ترکیب تیمار آبی قطع آبیاری بعد از گلدهی (A3) و کاربرد اسید سالیسیلیک (C2) ۰/۱ مولار و کمترین آن با میانگین ۱۱/۲ کیلوگرم بر هکتار از تیمار آبی قطع آبیاری قبل از گلدهی (A1) و عدم کاربرد اسید سالیسیلیک بدست‌آمد (شکل ۲).

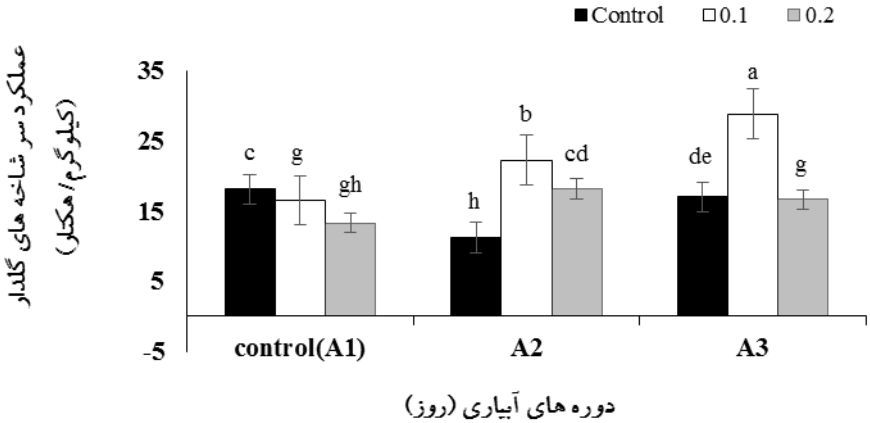
کلروفیل a: در شکل ۳ دیده می‌شود که کم‌آبیاری در دو سطح قطع آبیاری قبل از گلدهی و قطع آبیاری بعد از گلدهی کلروفیل a را بطور قابل‌توجهی کاهش داد. درحالیکه استفاده از اسید سالیسیلیک ۰/۱ و ۰/۲ مولار اثر منفی کم‌آبیاری را خنثی کرد. در بین ترکیبات تیماری مورد مطالعه کلروفیل a در گیاهان در معرض کم‌آبیاری که با اسید سالیسیلیک محلول‌پاشی شدند نسبت به شاهد افزایش داشت. بررسی بر همکنش کم‌آبیاری و اسید سالیسیلیک نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a مربوط به تیمار آبی، آبیاری تا پایان دوره رشد (A1) و عدم کاربرد اسید سالیسیلیک (C1) به میزان ۴/۸۵ میلی‌گرم در گرم و کمترین آن مربوط به تیمار آبی (A3) قطع آبیاری بعد از گلدهی و عدم کاربرد اسید سالیسیلیک (C1) به میزان ۲/۰۵ میلی‌گرم در گرم است.

کلروفیل b: اثرمتقابل دوگانه تیمارهای آزمایش برکلروفیل b نشان داد محلول‌پاشی اسید سالیسلیک در شرایط کم‌آبیاری موجب افزایش کلروفیل b در گیاه گردید. نتایج نشان داد بیشترین میزان کلروفیل b مربوط به تیمار آبی آبیاری تا پایان دوره رشد (A1) و عدم کاربرد اسید سالیسیلیک (C1) به میزان ۲/۸۰ میلی‌گرم در گرم و کمترین آن مربوط به تیمار آبی (A3) قطع آبیاری بعد از گلدهی و عدم کاربرد اسید سالیسیلیک (C1) به میزان ۱/۹۸ میلی‌گرم در گرم است (شکل ۴).

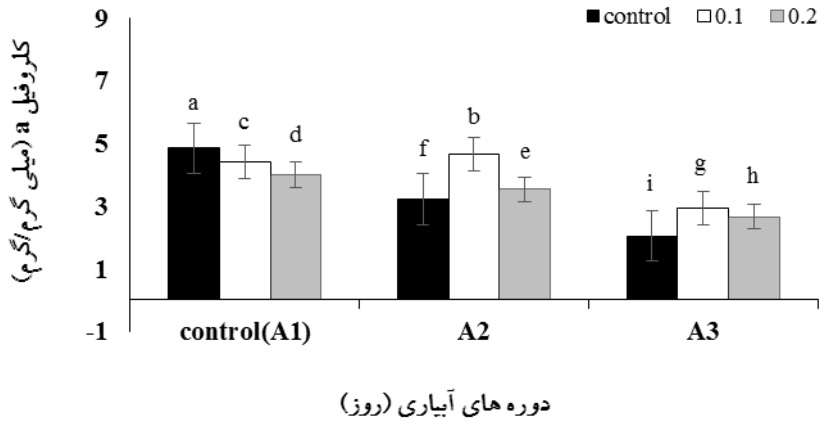
نتایج حاصل از آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده تیمار آبیاری بر کارواکرول، پاراسیمن، بتاکاریوفیلین معنی‌دار بود. اسید سالیسیلیک بر تمامی صفات بجز پاراسیمن معنی‌دار بود. اثر متقابل دوگانه کم‌آبیاری و اسید سالیسیلیک بر تمامی صفات بجز کارواکرول و بتاکاریوفیلین معنی‌دار بود (جدول ۵).

درصد اسانس سرشاخه‌های هوایی گلدار: اثر متقابل دوگانه تیمارهای آزمایش بر درصد اسانس نشان داد محلول‌پاشی اسید سالیسلیک موجب افزایش درصد اسانس در گیاه تحت شرایط کم‌آبیاری گردید، به‌طوریکه بیش‌ترین درصد اسانس به مقدار ۲/۸۴ درصد در تیمار آبی قطع آبیاری بعد از گلدهی(A3) و کاربرد اسید سالیسیلیک (C2) ۰/۱ مولار و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.13.4]



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و اسید سالیسیلیک بر عملکرد سر شاخه‌های گلدار در گیاه آویشن دنایی. در هر شکل میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند. بارها در هر ستون نمودار نشان‌دهنده خطای استاندارد است.



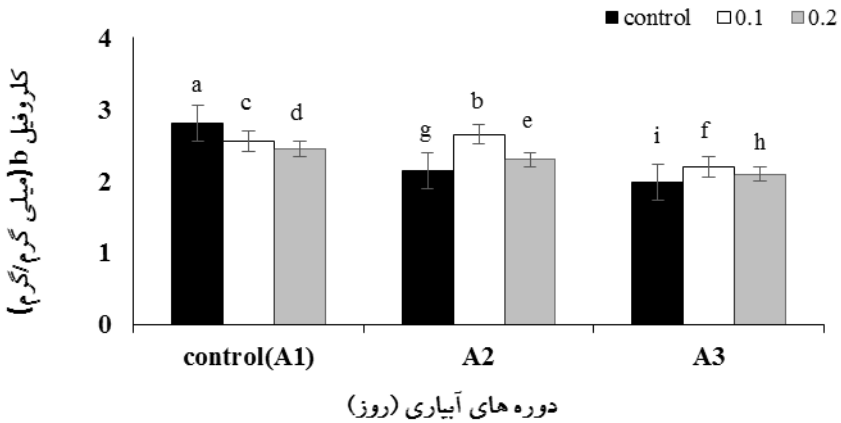
شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و اسید سالیسیلیک بر کلروفیل a در گیاه آویشن دنایی. در هر شکل میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند. بارها در هر ستون نمودار نشان‌دهنده خطای استاندارد است.

کمترین درصد اسانس به میزان ۱/۲۴ درصد در تیمار آبی قطع آبیاری قبل از گلدهی (A2) و عدم کاربرد اسید سالیسیلیک (C1) مشاهده شد (شکل ۵).

تیمول: نتایج مقایسه میانگین برهمکنش دوگانه آبیاری و اسید سالیسیلیک برای درصد تیمول در شکل ۶ نشان داده شده است. طبق نتایج با افزایش کم‌آبیاری میزان درصد تیمول کاهش یافت. کاربرد اسید سالیسیلیک در غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۲ مولار موجب افزایش درصد تیمول را نسبت به سطح شاهد شد. بیش‌ترین درصد تیمول در تیمار آبی قطع آبیاری بعد از گلدهی (A3) و کاربرد اسید سالیسیلیک (C2) ۰/۱ مولار به میزان ۶۳/۹ درصد و کم‌ترین درصد تیمول ۴۰/۵ درصد مربوط به تیمار آبی قطع آبیاری قبل از گلدهی (A2) و کاربرد اسید سالیسیلیک (C3) ۰/۲ مولار است.

کارواکرول: هر دو غلظت اسید سالیسیلیک اثر مثبت و معنی‌داری بر درصد کارواکرول سرشاخه‌های هوایی گلدار داشتند؛ به‌طوریکه بالاترین درصد کارواکرول از کاربرد اسید

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.13.4]



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و اسید سالیسیلیک بر کلروفیل b در گیاه آویشن دنایی. در هر شکل میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند. بارها در هر ستون نمودار نشان‌دهنده خطای استاندارد است.

جدول ۵- تجزیه واریانس تأثیر آبیاری و اسید سالیسیلیک بر صفات مورد مطالعه آویشن دنایی تحت تنش آبی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		اسانس	تیمول	کارواکرول	پاراسیمن	بتا کاریوفیلین
تکرار	۲	۰/۰۵ ns	۲۸/۵۶ ns	۱۲/۰۲ ns	۲۳/۵۶ ns	۴۳/۲۰ ns
آبیاری	۲	۱/۵ ns	۵۶/۹۶ns	۳۵/۸۷*	۱۳۰/۹۷**	۵۲/۴۶*
خطا اصلی	۴	۰/۰۱	۳۳/۳۲	۳/۵۲	۳/۵۲	۱۳/۰۴
اسید	۲	۰/۱۶*	۱۲/۴۱**	۴۲/۴۱*	۲۷/۵۵ns	۳۶/۶۶*
آبیاری × اسید	۴	۰/۰۱**	۱۵/۵۳ *	۲/۱۳ ns	۶/۷۱*	۳۲/۲۷ ns
خطا فرعی	۲۶	۰/۰۶	۳/۵۸	۳/۷۹	۳/۵۲	۲۵/۹۸
ضریب تغییرات (درصد)	_	۳/۰۳	۰/۹۵	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۶۳

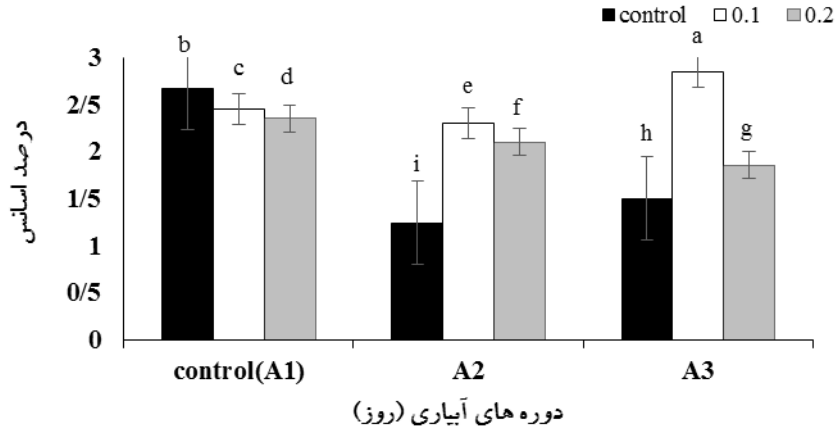
ns، *، **، به‌ترتیب عدم اختلاف معنادار، اختلاف معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

سالیسیلیک (C1) ۰/۱ مولار به میزان ۷/۳۳ درصد و آبیاری معمول (A1) به میزان ۶/۶۶ درصد بدست آمد. البته بین دو تیمار آبیاری و اسید سالیسیلیک اختلاف معنی‌داری از نظر آماری وجود نداشت. با قطع آبیاری قبل از گلدهی درصد کارواکرول به کمترین میزان ۴/۳۵ درصد شد. به‌طوریکه استفاده از اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۲ مولار کارواکرول را به میزان ۴/۹۴ درصد کاهش داد.

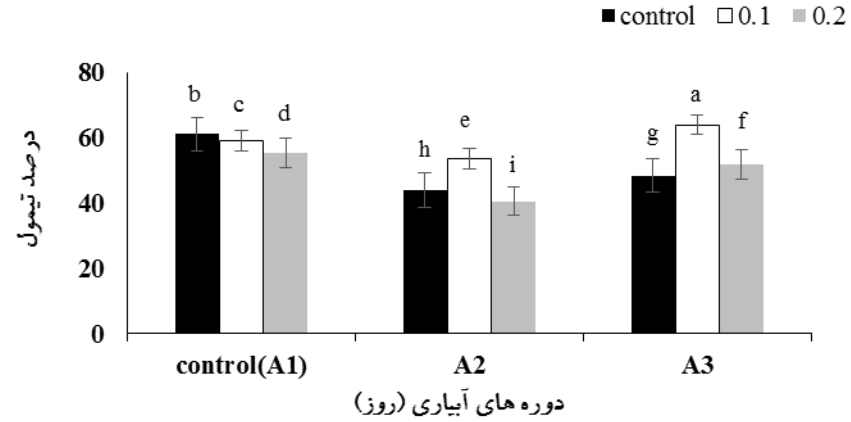
پاراسیمن: مقایسه بررسی برهمکنش دوگانه آبیاری و کاربرد اسید سالیسیلیک بر میزان پاراسیمن تأییدکننده اثر مثبت اسید سالیسیلیک در بروز تنش کم‌آبیاری بود. به‌طوریکه بالاترین مقادیر درصد پاراسیمن مربوط به تیمار آبی قطع آبیاری بعد از گلدهی (A3) و کاربرد اسید سالیسیلیک (C1) ۰/۱ مولار به میزان ۲/۸۴ درصد و کمترین درصد پاراسیمن مربوط به تیمار آبی قطع آبیاری قبل از گلدهی (A2) و کاربرد اسید سالیسیلیک (C3) ۰/۲ مولار به میزان ۱/۵ درصد بدست آمد. این ماده به‌عنوان پیش‌ماده تیمول آویشن دنایی است. با مصرف اسید سالیسیلیک در شرایط آبیاری معمول بطور معنی‌داری درصد تیمول کاهش یافت (شکل ۷).

بتاکاریوفیلین: تنش کم‌آبیاری باعث کاهش معنی‌دار درصد بتاکاریوفیلین سرشاخه‌های گلدار آویشن دنایی شد. به‌طوریکه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.13.4]



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و اسید سالیسیلیک بر درصد اسانس در گیاه آویشن دنایی. در هر شکل میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه، از نظر آماری تفاوت معنی داری براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند. بارها در هر ستون نمودار نشان‌دهنده خطای استاندارد است.



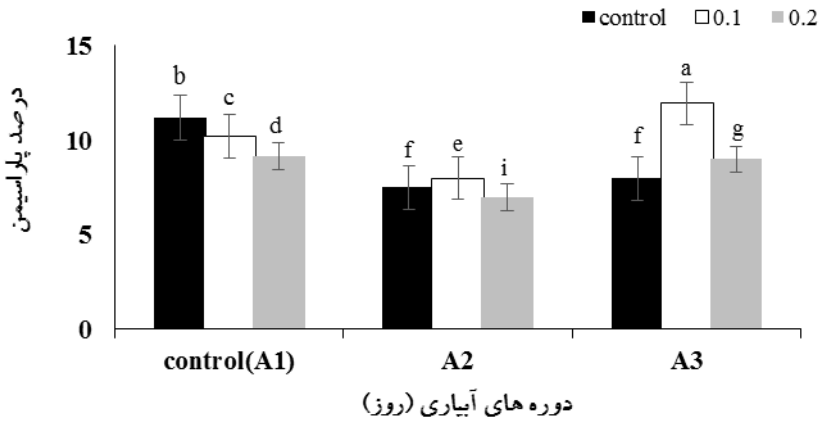
شکل ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و اسید سالیسیلیک بر درصد تیمول در گیاه آویشن دنایی. در هر شکل میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند. بارها در هر ستون نمودار نشان‌دهنده خطای استاندارد است.

کاربرد اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار سبب افزایش درصد بتاکاریوفیلین نسبت به شاهد گردید. نتایج نشان داد بیشترین درصد بتاکاریوفیلین به میزان ۵/۸ و ۴/۴ درصد به‌ترتیب در تیمارهای آبیاری تا پایان دوره رشد (A1) و کاربرد اسید سالیسیلیک (C2) ۰/۱ مولار رسید. کمترین درصد بتاکاریوفیلین از کاربرد اسید سالیسیلیک (C3) ۰/۲ مولار به میزان ۴/۹۶ درصد و تیمار آبی، قطع آبیاری قبل از گلدهی به میزان ۳/۳ درصد مشاهده شد (جدول ۳ و ۴). البته بین دو تیمار اختلاف معنی‌داری از نظر آماری وجود نداشت (جدول ۵).

بحث

با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش، ویژگی‌های رشدی تحت‌تأثیر کم‌آبیاری یا تنش خشکی قرار گرفتند. اثر تنش خشکی بر کاهش رشد مانند ارتفاع را می‌توان درنتیجه کاهش فتوسنتز گیاه بیان کرد، بدین گونه که تنش خشکی از طریق بستن روزنه‌ها اختلال در ساختار غشاء تیلاکوئیدها، تأثیر بر فعالیت آنزیم روبیسکو، کاهش انتقال و ذخیره مواد فتوسنتزی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.13.4]



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و اسید سالیسیلیک بر درصد پاراسمین در گیاه آویشن دنایی. در هر شکل میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند. بارها در هر ستون نمودار نشان‌دهنده خطای استاندارد است.

موجب کاهش رشدونمو می‌شود (Anjum *et al*., 2011). کاهش ارتفاع گیاه در هر ساقه دلیلی است برای اینکه تنش خشکی باعث کاهش تقسیم سلولی گردید و رشد رویشی گیاه را کاهش داده است. بررسی‌های متعدد نشان می‌دهد که ارتفاع گیاه در اثر کمبود آب قابل استفاده کاهش می‌یابد (Amiri Deh Ahmadi *et al*., 2010). همان‌گونه که انتظار می‌رفت در این تحقیق تنش کم‌آبیاری یا تنش خشکی سبب کاهش ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی و عملکرد سرشاخه‌های گلدار گردید. از آنجا که اندام‌های هوایی حساسیت بیشتری به تنش کم‌آبی دارند و محدودیت نموی گیاه در اثر کمبود رطوبت خاک در قسمت‌های هوایی زودتر اتفاق می‌افتد. هر گونه کمبود آب موجب تقلیل بیشتر آماس سلولی، کاهش تقسیم و توسعه سلولی به‌خصوص در ساقه و برگ‌ها می‌شود، به همین دلیل اولین اثر محسوس کم‌آبی روی گیاه را می‌توان از روی کاهش ارتفاع یا اندازه کوچک‌تر برگ‌ها تشخیص داد (Blum, 2005). از جمله می‌توان به مطالعات انجام‌شده بر روی گیاه رازیانه که با کاهش سطوح آبیاری گیاه مواد فتوسنتزی بیشتری را به ریشه اختصاص می‌دهد. درنتیجه سهم مواد فتوسنتزی به اندام‌های هوایی از جمله ساقه کاهش می‌یابد که این امر منجر به کاهش ارتفاع بوته رازیانه شد (Rezaei-chianeh, 2012). نتایج مشابه کاهش عملکرد در تنش آبی بر روی زیره و بالنگو مشاهده شده است (Pirjalili and Omidi, 2017). محققان اذعان داشتند که تنش خشکی ارتفاع بوته، تعداد ساقه‌های جانبی، وزن خشک اندام رویشی آویشن را کاهش می‌دهد (Babaei *et al*., 2010). نتیجه یک بررسی نشان داد با افزایش تنش خشکی، تعداد ساقه جانبی گیاه مرزه کاهش یافت (Rahimi *et al*., 2016). کاهش تعداد شاخه‌های جانبی گیاه در شرایط تنش به‌دلیل کاهش رطوبت خاک بوده که باعث کاهش رشد رویشی گردیده است (Rahimizadeh *et al*., 2010).

نتایج بدست آمده در این پژوهش نشان دادند که تیمار گیاه آویشن دنایی تحت شرایط تنش کم‌آبیاری با اسید سالیسلیک سبب بهبود فاکتورهای رشدی ذکرشده می‌شود. اسید سالیسیلیک با افزایش در مقدار هورمون‌های اکسین و سیتوکینین سبب افزایش رشد گیاه می‌شود (Shakirova *et al*., 2003). از آنجا که محلول‌پاشی با غلظت‌های کم اسید سالیسلیک باعث افزایش تقسیم و تمایز سلول‌ها و افزایش تعداد روزنه‌ها می‌گردد و از طرفی سبب افزایش بافت‌های استحکامی و جلوگیری از تخریب دیواره‌های سلولی می‌شود (Madah *et al*., 2006). از طرفی به‌نظر می‌رسد اسید سالیسلیک با افزایش میزان کلروفیل در برگ‌هایی که در آغاز فرایند پیری هستند، می‌تواند سبب افزایش مجدد فتوسنتز و در نتیجه افزایش رشد گردد (Moradi and Goldani, 2012).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.13.4]

بنابراین به‌نظر می‌رسد محلول‌پاشی با غلظت‌های کم اسید سالیسلیک می‌تواند با جلوگیری از کاهش تقسیمات سلولی و کاهش اندازه سلولی اثرات مضر تنش خشکی را بر میزان رشد گیاه کاهش دهد. احتمال داده می‌شود اسید سالیسیلیک بتواند سبب بهبود جذب عناصر غذایی به‌خصوص در شرایط تنش شود که این خود می‌تواند افزایش رشد را به‌همراه داشته باشد (Elizabeth and Munne-Bosch, 2008). تجمع اسید سالیسیلیک در گیاه تحت شرایط تنش خشکی تأیید نمود، که اسید سالیسیلیک نقش اساسی در افزایش تحمل به تنش خشکی را دارا است (Munne-Bosch and Penuelas, 2003). Bakery و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که اسید سالیسیلیک با افزایش تقسیم و طویل‌شدن سلولی، افزایش فعالیت‌های آنزیمی و تولیدات فتوسنتزی توانست رشد گیاه کتان را بهبود و منجر به افزایش ارتفاع گیاه گردد. در یک بررسی اسید سالیسلیک از طریق افزایش فعالیت‌های فتوسنتزی رشد و ارتفاع گیاهان ریحان و مرزنوجوش را افزایش داد (Fatma and Gharib 2007). در تحقیقی دیگر، کاربرد سالیسلیک اسید در شرایط تنش خشکی سبب افزایش ارتفاع گیاه کدو تخم کاغذی گردید (Shirzad *et al*., 2011).

در مرحله زایشی، گیاه حساسیت خاصی نسبت به تنش آب دارد. تنش خشکی از میزان ظهور سلول‌های بنیادی گل جلوگیری می‌کند. لذا ثابت شده است که با رفع تنش سلول‌های بنیادی در مقایسه با گیاهان آبیاری‌شده با سرعت بیشتری تشکیل می‌گردند، کاربرد اسید سالیسلیک نمی‌تواند به تنهایی باعث گلدهی شود ولی در صورت بروز تنش، گلدهی را تحریک می‌کند (Al-Whaibi *et al*., 2011). نتایج آزمایشی بر گیاه گشنیز نشان داد که خشکی باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد شد در مقابل اسید سالیسیلیک سبب افزایش معنی‌دار در صفات مذکور گردید (Yeganpour *et al*., 2016).

نتایج تحقیق حاضر نشان‌دهنده تأثیر منفی کم‌آبیاری بر میزان کلروفیل گیاه آویشن دنایی بود. تنش کمبود آب با بستن روزنه‌ها و تخریب کلروفیل و کلروپلاست باعث کاهش فتوسنتز می‌شود (Waraich *et al*., 2011). کاهش تولید رنگیزه‌های سبز، کلروفیل‌های a و b بیانگر افزایش تنش اکسیداتیو است. کاهش میزان کلروفیل را می‌توان به پراکسیداسیون غشاء کلروپلاست‌ها مربوط دانست (Prasad *et al*., 2001). در شرایط تنش آبی، عدم وجود آب به میزان کافی، باعث ازبین‌رفتن کلروپلاست می‌شود و در پی نقص در انجام وظایف کلروفیل‌ها مانند جذب و انتقال انرژی در گیاه می‌گردد (Parakash and Singh, 2020). کاهش میزان کلروفیل می‌تواند به‌واسطه کاهش سنتز کلروفیل و همچنین ناشی از تخریب آن باشد. تخریب مولکولی کلروفیل به‌علت جداشدن زنجیره فیتولی از حلقه پورفیرین در اثر رادیکال‌های آزاد اکسیژن و یا آنزیم کلروفیل اکسیداز صورت می‌گیرد (Parvaiz and Satyawati, 2008). در اثر تنش خشکی غشاء کلروپلاست‌ها پایداری خود را از دست می‌دهند و شکسته می‌شوند که پیامد آن کاهش میزان کلروفیل است (Taibi *et al*., 2016). به‌نظر می‌رسد کاربرد اسید سالیسلیک توانسته با القاء تأثیر مثبت بر فرآیندهای فیزیولوژیکی موجب کاهش تولید رادیکال‌های آزاد می‌گردد و درنتیجه از میزان آنزیم‌های کلروفیل اکسیداز کاسته می‌شود از این طریق سبب افزایش فتوسنتز می‌شوند (Elizabeth and Munne-Bosch, 2008).

در مطالعه حاضر، درصد اسانس و اجزای تشکیل‌دهنده اسانس گیاه آویشن دنایی بطور معنی‌داری توسط اسید سالیسیلیک تحت شرایط کم‌آبیاری افزایش یافت. کمبود رطوبت بر عملکرد و تغییرات کمی و کیفی مواد مؤثره گیاهان دارویی واکنش‌های متفاوتی نسبت به تنش خشکی دارند (Ashiri *et al*., 2010) و کمبود آب بطور معنی‌داری بر تغییرات عملکرد اسانس و اجزای اسانس مؤثر است (Pirbalouti *et al*., 2014). ولی با کاهش آب آبیاری میزان دسترسی به عناصر غذایی کمتر شده و رشد گیاه بیش از فتوسنتز محدود می‌شود و درنتیجه، بخش بیشتری از مواد فتوسنتزی به تولید متابولیت‌های ثانویه و اسانس‌ها اختصاص می‌یابد (Pouryousef, 2015). در مطالعه Arazmjo و همکارانش (۲۰۱۰) تأثیر تنش خشکی بر گیاه بابونه، بیشترین درصد اسانس تولیدی را در ۷۰ درصد ظرفیت زراعی گزارش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.13.4]

نمودند و در سطح ۵۰ درصد ظرفیت زراعی میزان بازده اسانس کاهش یافت. به‌نظر می‌رسد کاربرد اسید سالیسیلیک توانسته است با القاء تأثیر مثبت بر اسانس و اجزای تشکیل‌دهنده اسانس موجب افزایش آنها گردد. Horvath و همکاران (۲۰۰۷) در گزارش‌های خود بیان نمودند که کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک باعث ایجاد مقاومت نسبت به تنش خشکی از طریق بسته‌تر شدن روزنه‌ها درگیاهان می‌شود. به گزارش Preciado-Rangel و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر روی خیار در شرایط در پنج غلظت مختلف (۰/۰۷۵، ۰/۱، ۰/۱۵، ۰/۲۵، ۰/۵ میلی‌مولار) و یک گروه شاهد (آب‌مقطر) بطور هفتگی بر روی گیاه خیار مورد بررسی قرار گرفت و گزارش شد که غلظت‌های پایین اسید سالیسیلیک باعث افزایش عملکرد و محتوای فیتوشیمیایی و غلظت‌های زیاد آن سبب کاهش ترکیبات فعال زیستی می‌شود، بطورکلی مشخص شد که غلظت‌های متوسط اسید سالیسیلیک بر روی خیار، باعث افزایش عملکرد و ترکیبات فیتوشیمیایی آن می‌شود. نتایج ما نشان داد که با مصرف اسید سالیسیلیک میزان اسانس و اجزای اسانس در شرایط تنش بیشتر می‌شود. احتمال دارد اسید سالیسیلک با بستن روزنه‌ها و تخصیص مواد فتوسنتزی از ریشه به قسمت هوایی گیاه و با فعال‌کردن مکانیسم دفاعی گیاه اثرات منفی تنش را کاهش و درنتیجه میزان تولید متابولیت‌های ثانویه را افزایش دهد.

نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده نشان دادند که تنش کم‌آبیاری بر صفات فیزیولوژیکی و فیتوشیمیایی گیاه آویشن دنایی اثر منفی دارد. تنش کم‌آبیاری با ایجاد اختلال در رشد ونمو طبیعی گیاه آویشن دنایی سبب کاهش عملکرد گیاه می‌گردد. در حالیکه، استفاده از اسید سالیسیلیک با کاهش تنش موجب بهبود رشد و درنهایت افزایش عملکرد گیاه آویشن دنایی می‌شود. همچنین تنش کم‌آبیاری سبب کاهش کلروفیل a و b گردید در حالیکه مصرف اسید سالیسلیک با کم‌کردن اثرات تنش و کاهش میزان رادیکال‌های آزاد اکسیژن، میزان کلروفیل را افزایش داد. درصد اسانس و ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس از جمله تیمول، کارواکرول، بتاکاریوفیلین و پاراسیمن نیز در شرایط تنش کاهش یافت. درحالیکه مصرف اسید سالیسیلیک با کم‌کردن اثرات تنش کم‌آبیاری میزان آنها افزایش یافت. در مجموع تنایج این مطالعه نشان داد که کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک با کاهش اثرات سو تنش موجب بهبود رشد گیاه آویشن دنایی در شرایط کم‌آبیاری گردید. همچنین نتایج نشان داد که کاربرد غلظت ۰/۱ مولار اسید سالیسلیک نسبت به سایر تیمارها از کارآیی بهتری برخوردار بود. با توجه به نتایج این تحقیق استفاده از کاربرد اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۱ مولار در شرایط تنش کم‌آبیاری برای گیاه آویشن دنایی پیشنهاد می‌شود.

منابع

Adams, R. P. (2001) Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/ Mass Spectrometry. Allured Publishing Corporation Carol Stream.

Agayi, F. and Mohebali pour, N. (2014) Effect of different level of foliar spraying of salicylic acid, methyl jasmonate and medium on shoot growth characteristics of lemon balm to in vitro culture. First International and 13th Iranian of Crop Sciences Congress and 3rd Iranian Seed Science and Technology Conference, Seed and Plant Improvment Institute Karaj.

Al-Mariri, A., Swied, G., Oda, A. and Al-Hallab, L. (2013) Antibacterial activity of *Thymus syriacus* Boiss essential oil and its components against some syrian gram-negative bacteria isolates. Journal of Medicinal 38: 180-186.

Al-Hakimi, A. M. A. (2008) Effect of salicylic acid on biochemical changes in wheat plants under khat leaves residues. Plant Soil Environment 54: 288-293.

Al-Whaibi, M. H., Siddiqui, M. H. and Basalah, M. O. (2011) Salicylic acid and calcium- induced protection of wheat against salinity. Protoplasma 249: 769-778.

Amiri Deh Amadi, S. R., Parsa, M., Nazemi, A. and Ganjeali, A. (2010) The effects of drought stress at different phenological stages on growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in greenhouse conditions. Scientific Information Database 1: 69-84.

Anjum, S., Xie, X., Wang, L., Man, C. and Lei, W. (2011) Morphological, physiologycal and biochemical responses of plant to drought stress. African Journal of Agricultural Research 6.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.13.4]

Arnon, A. N. (1967) Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agron 23: 112-121.
Arazmjo, A., Heidari, M. and Ghanbari, A. (2010) The effect of water stress and three sources of fertilizers on flower yield, physiological parameters and nutrient uptake in chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 25: 482-494.
Ashiri, F., Khoskhoi, M., SaharKhiz, M., Firouzi, O. and Javidnia, K. (2010) Effects of water deficit stress on morphological characteristics, chlorophyll and peroline contents and antioxidant activity of garden thyme (*Thymus vulgaris* L.). Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 11: 163-174.
Bakery, B. A., El-Hariri, D. M., Mervat, S. S. and El-Bassiouny, H. M. S. (2012) Drought stress mitigation by foliar application of salicylic acid in two linseed varieties grown under newly reclaimed sandy aoil. Journal of Applied Sciences Research 7: 3503-3514.
Babaei, K., Amini Dehghi, M., Secondary Teacher, S. M. and Vajbari, R. (2010) The effect of drought stress on morphological traits, proline content and thymol content in thyme (*Thymus vulgaris* L.). Plant Research Iranian Pharmaceutical and Aromatic 239-251.
Blum, A. (2005) Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential are they compatible, dissonant, or mutually exclusive?. Australian Journal of Agricultural Research 56: 1159-1168.
Da Costa, R. M. F., Simister, R., Roberts, L. A., Timms-Taravella, E., Cambler, A. B., Corke, F. M. K., Han, J., Ward, R. J., Buckeridge, M., Gomez, L. D. and Bosch, M. (2019) Nutrient and drought stress: Implications for phenology and biomass quality in miscanthus. Annals of Botany 124: 553-566.
Elizabeth Abreu, M. and Munne-Bosch, S. (2008) Salicylic acid may be involved in the regulation of droughtinduced leaf senescence in perennials: A case study in field-grown *Salvia officinalis* L. plants. Environmental and Experimental Botany 64: 105-112.
Fatma, A. E. and Gharib, L. (2007) Effect of salicylic acid on the growth, metabolic activites and oil content of basil and majoram. International Journal of Agriculture and Biology 4: 485-492.
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.
Fu, J. and Huang, B. (2001) "In volvement of antioxidant and lipid peroxidation in the adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress"Environmental and Experimental Botany 45: 105-114.
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.
Ghasemi Pirbalouti, A., Samani, M. R., Hashemi, M. and Zeinali, H. (2014) Salicylic acid affects growth, essential oil and chemical compositions of thyme (*Thymus daenensis* Celak.) under reduced irrigation. Plant Growth Reguluation 72: 289-301.
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: 101-144.
Golkr, F., Farahmand, A. and Fardad, H. (2009) Investigating the effect of irrigation water on yield and water use efficiency. Journal of Water Engineering 1: 13-20.
Horvath, E., Szalai, G. and Janda, T. (2007) Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. Journal of Plant Growth Regulation 26: 290-300.
Idrees, M., Khan, M. M. A., Aftab, T., Naeem, M. and Hashmi, N. (2010) Salicylic acid-induced physiological and biochemical changes in lemongrass varieties under water stress. Journal of Plant Interaction 5: 293-303.
Jaleel, C. A., Gopi, R. and Panneerselvam, R. (2008) Growth and photosynthetic pigments responses of two varieties of *Catharanthus roseus* to triadimefon treatment. Comptes Rendus Biologies 331: 272-277.
Klessig, D. F., Choi, H. W. and Dempsey, D. M. A. (2018) Systemic acquired resistance and salicylic acid: Past, present, and future. Molecular Plant-Microbe Interactions 31: 871-888.
Larque, S. A. (1979) Stomatal closure in response to acetalsalicylic acid treatment. Z. Pflanzenphysiol 93: 371-375.
Malek, R. and Yadegari, M. (2012) Jasmonic and salicylic acid effects on phytochemical properties of sage leaf, herbal remedies Journal of Herbal Drugs 3: 89-94.
Madah, M., Falahian, F., Sabaghpour, H. and Chalbian, F. (2006) Effect of salicilic acid on performance, performance components and anatomical structure of chickpea (*Cicer arietinum* L). Journal of Science 16:61-70.
Mohammadi, H., Amirikia, F., Ghorbanpour, M., Fatehi, F. and Hashempour, H. (2019) Salicylic acid induced changes in physiological traits and essential oil constituents in different ecotypes of *Thymus kotschyanus* and *Thymus vulgaris* under well-watered and water stress conditions. Industrial Crop and Products 129: 561-574.
Moradi, M. and Goldani, M. (2012) Evaluation of different levels of salicylic acid on a number of growth indices of marigold under low irrigation conditions. Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences 4: 33-45.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.13.4]

Munne-Bosch, S. and Penuelas, J. (2003) Photo and antioxidative protection, and a role for salicylic acid during drought and recovery in field-grown *Phillyrea angustifolia* plants. Planta 217: 758-766.

Nemeth, E. Z., Tarjan, G. and Bernath, G. (1993) Essential oil composition of *Achillea crithmifolia* identification of chemovarieties grown in wild populations. Journal of Essential Oil Research 5: 349-357.

Omid Beigi, R. (2005) Production and Use of Medicinal Plants. 1th d. Astan Quds Razavi Publications.

Odabas, M. S., Temizel, K. E., Caliskan, O., Senyer, N., Kayhan, G. and Ergun, E. (2014) Determination of reflectance values of hypericum's leaves under stress conditions using adaptive network based fuzzy inference system. Neural Network World 24: 79-87.

Parakash, V. and Singh, S. (2020) A review on potential plant-based water essential oil yield of *Dracocephalum kotschyi* Boiss, an endangered medicinal plant in iran. Gesunde Pflanzen 72: 17-27.

Pal, M., Szalai, G., Kovacs, V. G. and Janda, O. K. (2013) Salicylic acid-mediated abiotic stress tolerance 183-247.

Parvaiz, A. and Satyawati, S. (2008) Salt stress and phyto biochemical responses of plants. Plant Soil Environment 54: 89-99.

Pirbalouti, A. G., Samani, M. R., Hashemi, M. and Zeinali, H. (2014) Salicylic acid affects growth, essential oil and chemical compositions of thyme (*Thymus daenensis* Celak.) under reduced irrigation. Plant Growth Regulation 72: 289-301.

Pirjalili, F. and Omidi, H. (2017) Effects of drought stress on grain yield and qualitative charactristics of three populations of *Lallemantia royleana* Benth. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 33: 25-38.

Pouryousef, M. (2015) Effects of terminal drought stress and harvesting time on seed yield and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 30: 889-897.

Prasad, M. N. V., Malec, P., Waloszek, A., Bojko, M. and Strzalka, K. (2001) Physiological responses of *Lemna trisulca* L. (duckweed) to cadmium and copper bioaccumulation. Plant Science 161: 881-889.

Preciado-Rangel, P., Reyes-Perez, J. J., Ramirez-Rodriguez, S. C., Salas-Perez, L., Fortis-Hernandez, M., MurilloAmador, B. and Troyo-Dieguez, E. (2019) Foliar aspersion of salicylic acid improves phenolic and flavonoid compounds, and also the fruit yield in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Plants 8: 44.

Rahimizadeh, M., Kashani, A., Zare Fizabady, A., Madani, H. and Soltani, E. (2010) Effect of micronutrient fertilizers on sunflower growth and yield in drought stress condition. Electron 3: 57-72.

Rahimi, A., Jahanbin, Sh., Salehi, A. and Faraji, H. (2016) The effect of root fungus on morphological characteristics, phenolic compounds and chlorophyll fluorescence of *Borago officinails* L. Plant Environmental Physiology 42: 46-55.

Rezaei-Chianeh, E. (2012) Effect of different irrigation treatments on essential oil accumulation, its compounds and some ecophysiological traits in fennel (*Foeniculum vulgare*). Ph.D. Thesis. Department of Plant Eco-physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz.

Roche, J., Hewezi, T., Bouniols, A. and Gentzbittel, L. (2009) Real-time PCR monitoring of signal transduction related genes involved in water stress tolerance mechanism of sunflower. Plant Physiology and Biochemistry 47: 139-145.

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.

Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E. and Dixon, K. (2000) Acetyl salicylic acid (asprin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulator Figure 130: 157-161.

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: 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.

Sharafzadeh, S. (2012) Growth and seconderymetabolites of basil, mint and thyme as affected by light. International. Journal of Pharma and Bio Sciences 3: 43-49.

Shirzad, S., Hosein, A. and Daliri Moghadam, R. (2011) Influence of drought stress and interaction with salicylic acid on medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seedling growth. Botany Research Journal 4: 35-40.

Shirani Bidabadi, S. and Mehralian, M. (2020) Seed bio-priming to improve germination, seedling growth and essential oil yield of *Dracocephalum kotschyi* Boiss, an endangered medicinal plant in Iran. Gesunde Pflanzen 72: 17-27.

Taibi, K., Taibi, F., Ait Abderrahim, L., Ennajah, A., Belkhodja, M. and Mulet, J. M. (2016) Effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidant defence systems in *Phaseolus vulgaris* L. South African Journal of Botany 105: 306-312.

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.

Waraich, E. A., Amad, R., Ashraf, M. Y. and Ahmad, M. (2011) Improving agricultural water use efficiency by nutrient management. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil and Plant Science 61: 291-304.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.13.4]

Yeganpour, F., Zahtab Salmasi, S., Shafagh Kalavagh, J. and Qasemi Golazani, K. (2016) Effect of drought stress chemical and biofertilizer and salicylic acid on grain yield and yield components of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Journal of Crop Production 9: 37-55.

.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.13.4]

Effect of salicylic acid on growth and phytochemical characteristics of Thymus daenensis under drought irrigation

Leila Abdi[1], Hamid Reza Asghari[1]*, Majid Tolyat Abolhassani[2], Mohammad Reza Amerian[1], Hassan Naghdi Bodi[2]

[1]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrood of University, Iran.
[2]Medicinal Plants Research Center, Jihad University Medicinal Plants Research Institute, Karaj, Iran
(Received: 17/10/2021, Accepted: 04/01/2022)

Abstract

Drought as the most important problem of agricultural development in Iran is one of the main obstacles in the production of agricultural products. Due to the global approach in the production of medicinal plants is effective in improving the quantity and quality of the substance, today the use of salicylic acid as one of the plant hormones in increasing plant resistance to stresses such as drought has increased. In this study, the effect of foliar application of salicylic acid on the growth and phytochemical characteristics of Thymus daenensis Celak in low irrigation conditions was studied. The experiments were performed as a split plot in the form of a randomized complete block design with 3 replications in research field of Jihad University Medicinal Plants Research Institute located in Heljard, Karaj in 2017. The results showed that low irrigation stress significantly reduced plant height, number of lateral branches, yield of flowering branches, chlorophyll a and chlorophyll b, percentage of essential oil as well as essential oil constituents including thymol, carvacrol, paracetamol and beta-caryophylline. On the other hand, the use of salicylic acid reduced the negative effects of poor irrigation conditions. Also, the highest growth and phytochemical indices were observed in plants treated with salicylic acid.The results showed that salicylic acid by inducing stress tolerance moderated the damage caused by under irrigation stress in thyme and increased the growth rate of stressed plants. The findings of this study can be used to reduce plant damage in low water areas.

Keywords: Salicylic acid, Low irrigation, Essential oils, Constituents of essential oils

.

Corresponding author, Email: Hamidasghari@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.13.4]