بررسی تاثیر اسیدسالیسیلیک بر بهبود صفات مورفوفیزیولوژیک سه توده گیاه زنیان در منطقه دامغان

بهاره کاشفی[1*]، جوادمینوئی مقدم[1] و سعید دوازده امامی[2]

[1] گروه کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دامغان، دامغان، ایران، [2]عضو هیئت علمی، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۱۲، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹٤/۱۰/۲۸)

چکیده:

زنیان با نام علمی *Carum copticum* L. از جمله گیاهان دارویی بومی است که دارای کاربردهای بسیاری در صنایع دارویی و طب سنتی است. اسیدسالیسیلیک ترکیب فنولی ساده‌ای است که در تنظیم بسیاری از فرآیندهای رشد و نمو گیاه نقش ایفا می‌نماید. این تحقیق به منظور بررسی اثر اسیدسالیسیلیک بر برخی خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک سه توده زنیان در شرایط اقلیمی منطقه دامغان، در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ اجرا گردید. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار انجام شد. در این تحقیق از سه توده زنیان شامل توده‌های اصفهان، اراک و فریمان مشهد و تیمار اسیدسالیسیلیک در سه سطح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌مول بر لیتر به همراه شاهد استفاده گردید. در انتهای فصل رشد گیاهان، صفات مورفوفیزیولوژیک شامل ارتفاع گیاه، طول ساقه اصلی، تعداد چتر و چترک، وزن خشک اندام هوایی و بذر، وزن هزار دانه، میزان پرولین، قند و محتوای کلروفیل (a، b، کل و کاروتنوئید) اندازه‌گیری شد. نتایج این آزمایش حاکی از تاثیر بالاترین سطح اسیدسالیسیلیک بر اکثر صفات مورد ارزیابی توده‌های زنیان بود. توده اراک بیشترین واکنش و فریمان کمترین واکنش را نسبت به این تیمار نشان داد. توده اراک دارای بهترین واکنش نسبت به شرایط اکولوژیک دامغان بود و در شاخص‌های مورد ارزیابی بهترین عملکرد را داشت. اثرات متقابل توده و سطوح اسیدسالیسیلیک در کلیه صفات معنی‌دار بود.

کلمات کلیدی: شرایط آب و هوایی، تنظیم‌کننده، زنیان، صفات رشدی، گیاه دارویی، عملکرد.

مقدمه:

گیاهان دارویی از ارزش و اهمیت خاصی در تأمین بهداشت و سلامت جوامع، هم به لحاظ درمان و هم به لحاظ پیشگیری از بیماری‌ها برخوردار هستند (سپهوند و همکاران، ۱۳۸٤). گیاه دارویی زنیان با نام علمی *Carum copticum* L.، گیاهی است علفی، یکساله، بی‌کرک و به ارتفاع ۳۰-۹۰ سانتی‌متر که دارای گل‌هایی به رنگ سفید و مجتمع می‌باشد. میوه (بذر) آن کوچک، بیضوی به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد و دارای بوئی شبیه بوی تیمول است که قسمت مورد استفاده گیاه و به نام زنیان نامیده می‌شود. در فلور ایران محل رویش آن در بلوچستان، آذربایجان، تبریز، اصفهان، خوزستان بین ایذه و ده-دز در ارتفاعات ۱۱۰۰ متری، فارس، کرمان: باقین، مکران، خراسان: تربت‌حیدریه که به صورت خودرو می‌روید، ذکر شده است (قهرمان، ۱۳۸۳). این گیاه بیشتر در مزارع غلات و در

[*]نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: bahareh.kashefi@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.6.3]

پرچین‌ها در نواحی مختلف اروپای مرکزی و در آسیا، هندوستان، ایران و مصر می‌روید (میرحیدر، ۱۳۷۵). گیاه زنیان به عنوان منبع بسیار غنی از تیمول و ماده‌ای ضدعفونی‌کننده معروف است. (ماهوان، ۱۳۸۱). تمامی گیاهان عالی دارای تنظیم‌کننده‌هایی هستند که توسط گیاه تولید شده، به طور معمول از محل تولید به محل تاثیر انتقال یافته و در آنجا بر فرآیندهای فیزیولوژیکی تاثیر می‌گذارند. هورمون‌ها نیز از جمله تنظیم‌کننده‌های طبیعی موجود در گیاهان می‌باشند که در غلظت‌های پایین، توانایی تنظیم برخی جنبه‌های رشد و نمو گیاهی را دارا هستند (فتحی و اسماعیل‌پور، ۱۳۸۷). اسیدسالیسیلیک به دلیل نقش‌هایی که در گیاه ایفا می‌کند، به عنوان یک هورمون گیاهی معرفی شده است. این هورمون و ترکیبات مرتبط با آن، به گروه گوناگونی از مواد فنولیک گیاهی تعلق دارند. اسیدسالیسیلیک در گیاه می‌تواند به‌طور فعالانه منتقل، متابولیزه یا متصل شده و به سرعت از نقطه کاربرد اولیه به بافت‌های دیگر گیاه منتقل شود (Raskin *et al*., 1992). اسیدسالیسیلیک بطور طبیعی در گیاهان تولید شده و در فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان همانند بستن روزنه‌ها، جذب یون، سنتز پروتئین، سنتز کلروفیل، جلوگیری از بیوسنتز اتیلن نقش دارد (Shakirova *et al*., 2003). تنش‌ها موجب فعال شدن مسیر سنتز اسیدسالیسیلیک می‌شوند (Borsani *et al*., 2001). همچنین این ترکیب به علت افزایش آنتی‌اکسیدان‌های سلول و حفاظت گیاهان در برابر تخریب اکسیداتیو ناشی از انواع تنش‌های زیستی و غیرزیستی، منجر به تحریک رشد گیاه می‌شود (El-Tayeb, 2005). اثرات دیگر اسیدسالیسیلیک و نقش کنترلی آن در فیزیولوژی گیاهی شامل بازدارنده‌های بیوسنتز اتیلن، افزایش سرعت فتوسنتز و مقدار کلروفیل است (Leslie and Romani, 1988). تیمار اسیدسالیسیلیک منجر به کاهش سطوح اینورتاز و محتوای قندهای احیاشونده می‌شود. درحالی که اثر معکوس بر روی محتوای قندهای غیراحیاشونده دارد (Aghdam *et al*., 2009). مطالعات زیادی در زمینه اثر اسیدسالیسیلیک بر شاخص‌های رشد و تغییرات درونی و سیستمی گیاهان مختلف انجام شده و نقش این مواد در کنترل و تغییر فعالیت‌های بیولوژیکی گیاهان مختلف به اثبات رسیده است (Raskhin *et al*., 1992). در همین رابطه Eraslan و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که میزان وزن خشک ریشه هویج با تیمار به وسیله اسیدسالیسیلیک افزایش یافت که این افزایش رشد مربوط به اثرات مستقیم اسیدسالیسیلیک بود. گیاه دارویی ریحان به هنگام مواجه با تنش خشکی، با بستن روزنه ها و تنظیم اسمزی و افزایش انباشت پرولین و قندهای کل، شرایط تنش را تا حدی تحمل می‌کند (Daneshmandi and Azizi, 2009). همچنین در مطالعه‌ای که توسط Abd El Lateef Gharib و همکاران (۲۰۱٤) انجام شد، نشان داده شد که کاربرد اسیدسالیسیلیک منجر به افزایش معنی‌دار میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاهان ریحان و مرزنجوش شد. با این حال تاکنون تحقیقات اندکی در زمینه بررسی تاثیر مناطق بر شاخص‌های رشدی توده‌های متفاوت گیاه زنیان و تعیین بهترین توده و همچنین تاثیر تنظیم‌کننده‌های رشد بر آن صورت گرفته است، لذا بسط و توسعه چنین تحقیقاتی به منظور گسترش کشت و کار گیاهان دارویی حائز اهمیت می باشد. بنابراین تحقیق حاضر به منظور مطالعه تاثیر اسیدسالیسیلیک در غلظت‌های متفاوت بر برخی صفات رشدی و عملکرد توده‌های بومی زنیان در منطقه دامغان به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها:

آماده‌سازی خاک و عملیات کاشت: این طرح در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان با عرض جغرافیایی (۳٤ درجه و ۱۵ دقیقه) و طول جغرافیایی (۵۳ درجه و ٤۲ دقیقه) و ارتفاع ۱۱۵۵ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ انجام شد. شهرستان دامغان در حد فاصل ارتفاعات میانی البرز و دشت کویر، دارای شرایط اقلیمی متنوعی از اقلیم مرطوب تا اقلیم های خشک و فراخشک است. بارندگی قلیل، اختلالات درجه حرارت شب و روز و فصل خشک طولانی (بین ۷ تا ۹ ماه) از ویژگی های بارز این شهرستان است. میانگین دمای سالانه در دامغان ۱۵/۱ درجه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.6.3]

سانتی‌گراد و میزان بارندگی کمتر از ٤٠٠ میلی‌متر در سال می باشد. در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۱ زمین دیسک زده شد تا جهت کاشت آماده گردد، سپس به وسیله فاروئر جوی، پشته هایی با عرض ۳۰ سانتیمتر ایجاد گردید، براساس گزارش‌های موجود (دوازده امامی و همکاران، ۱۳۸۸)، بذرها با فاصله ۷ سانتیمتر از یکدیگر روی ردیف و عمق کاشت ۲-۳ سانتی‌متر جهت حصول بهترین عملکرد کشت شدند. به منظور تسهیل در سبز شدن بذور و جلوگیری از سله بستن خاک روی آنها به جای خاک، با مخلوط ماسه و ورمی‌کمپوست پوشانده شد. برای هر تیمار ٤ خط کاشت به طول ۲ متر طراحی و اجرا گردید.

اعمال تیمار: عوامل آزمایشی شامل سه توده مختلف زنیان (*Carum copticum* L.) اصفهان، اراک و فریمان- مشهد که همه در یک زمان کاشته شد و تیمارهای مربوط به کاربرد اسیدسالیسیلیک به صورت محلول‌پاشی برگی در سه سطح (۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌مول بر لیتر) و شاهد (بدون محلول‌پاشی) در سه زمان مختلف شامل قبل از گلدهی، در زمان گلدهی و بعد از گلدهی اعمال شد. برای تسهیل در سبزشدن بذور و جلوگیری از سله بستن خاک روی آنها به جای خاک با مخلوط ماسه و ورمی‌کمپوست پوشانده شد که ماسه جهت پوشش‌دهی و ورمی‌کمپوست نیز جهت حفظ رطوبت انتخاب شدند. اولین آبیاری پس از کاشت شروع و تا زمان سبزشدن به صورت نم‌به‌نم و پس از آن براساس میزان تبخیر از تشتک تبخیر تعبیه شده در کنار زمین انجام گرفت.

نمونه‌برداری و اندازه‌گیری: پس از اعمال تیمارها و زمانی- که بوته‌ها به حداکثر رشد فیزیولوژیکی رسیدند (حداکثر رشد فیزیولوژیکی مصادف با مرحله تشکیل بذر بود که در آن ۵۰ درصد گیاهان در حال پر کردن دانه بودند)، از هر تیمار تعداد ۸ گیاه با رعایت اثر حاشیه‌ای از کناره‌ها و ابتدا و انتهای هر خط کاشت، از دو خط کاشت وسط و به صورت تصادفی انتخاب شد. پس از انجام نمونه‌برداری، گیاهان تیمار شده جهت اندازه گیری و تعیین برخی از فاکتورهای مورفوفیزیولوژیک (ارتفاع گیاه، طول ساقه اصلی، تعداد چتر و چترک، وزن خشک اندام هوایی و بذر، وزن هزار دانه، میزان پرولین، میزان قند و میزان کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئیدها) به آزمایشگاه منتقل شدند.

سنجش شاخص‌های رشد: طول بزرگ‌ترین ساقه به وسیله خط‌کش برحسب سانتی‌متر از سطح خاک تا انتها اندازه‌گیری شد و میانگین طول ساقه برای هر تیمار محاسبه گردید. وزن تر و خشک اندام هوایی و بذر، وزن هزار دانه، تعداد چتر و چترک نیز در این مرحله اندازه‌گیری و محاسبه شد. جهت محاسبه وزن خشک بذر، ابتدا بذور را با دست از هر گیاه جدا و داخل پاکت‌های کاغذی ریخته و برای تسریع در خشک کردن در آون در دمای ٤٠ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شد. پس از آن بذور جدا شده از هر گیاه به وسیله ترازوی دیجیتال توزین و یادداشت‌برداری شد.

اندازه‌گیری میزان کلروفیل و کاروتنوئید به روش آرنون (Arnon, 1967): مقدار نیم گرم از ماده تر گیاهی (برگ) در هاون چینی ریخته، به خوبی له شد. ۲۰ میلی لیتر استن ۸۰٪ به نمونه اضافه، سپس در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ٦۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شد. سپس مقدار جذب نمونه‌ها به طور جداگانه در طول‌موج‌های ٦٦۳، ٦٤٥ و ٤۷۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. در نهایت با استفاده از فرمول‌ها میزان کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئیدها (فرمول ۱ تا ٤) برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر نمونه محاسبه شد.

1) Chl a: (19.3*A663-0.86*A645)V/100W
2) Chl b: (19.3*A645-3.6*A663) V/100W
3) Chl T: (22.9*A645+8.02*A663)V/1000W
4) Carotenoid: 100(A470)-3.27(mg.chl a)-104(mg.chl b)/227

V: حجم محلول صاف شده (محلول حاصل از سانتریفیوژ)، W: وزن تر نمونه برحسب گرم، A: جذب نور در طول‌موج های ٦٦۳، ٦٤٥ و ٤۷۰ نانومتر.

سنجش پرولین به روش Bates و همکاران (۱۹۷۳): نیم گرم از بافت تازه برگ را در هاون ریخته، آن را کوبیده و درون لوله آزمایش ریخته، سپس ۱۰ میلی‌لیتر سولفوسالیسیلیک اسید ۳٪ به لوله آزمایش اضافه گردید. لوله در دستگاه سانتریفیوژ با دور ٦۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد قرار داده، سپس ۲ میلی‌لیتر از عصاره رویی را در لوله آزمایش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.6.3]

جدید ریخته و ۲ میلی‌لیتر اسید نین‌هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسیداستیک‌گلایسیال به آن اضافه و به خوبی هم زده شد. همزمان مقدار ۲ میلی‌لیتر از محلول‌های استاندارد صفر، ٤، ٨، ١٢، ١٦ و ٢٠ میلی‌گرم در لیتر پرولین خالص را درون لوله‌های جدید ریخته و ۲ میلی‌لیتر اسید نین‌هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسیداستیک‌گلایسیال به آن‌ها افزوده و سپس به خوبی مخلوط شد. نمونه‌ها به مدت ۱ ساعت در حمام آب گرم قرار داده شده و برای خنک شدن بر روی یخ قرار گرفت. مقدار ٤ میلی‌لیتر تولوئن به نمونه‌ها اضافه و به مدت ۲۰ ثانیه در دستگاه ورتکس بهم زده شد. استانداردهای پرولین محلول در فاز تولوئن به اندازهٔ لازم در کووِت دستگاه اسپکتروفتومتر ریخته شده و مقدار پرولین در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت و منحنی استاندارد رسم گردید. سپس میزان جذب در نمونه‌های گیاهی را قرائت نموده و با قرار دادن آن در معادله خط (۵) مقدار پرولین محاسبه شد.

5) $Y= 0.2125X- 0.1911$ $(R^2= 0.9282)$

اندازه‌گیری کل قندهای محلول به روش تغییر داده شده Esheligel (۱۹۸٦): نمونه برگی خشک شده در آون از الک با مش ۸ عبور داده شد و ۰/۱ گرم از نمونه آسیاب شده را درون فالکون ریخته و ۱۵ میلی‌لیتر اتانول ۸۰٪ که قبلا گرم شده بود اضافه گردید و به مدت ۲۰ ثانیه ورتکس شد. نمونه‌ها در دستگاه سانتریفیوژ به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفتند. فالکون‌های حاوی عصاره به مدت ٢٤ ساعت در آون با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند تا اتانول آن‌ها تبخیر شد. پس از تبخیر الکل، فقط جرم زرد رنگ یا سفید رنگی در کف پتری‌ها باقی ماند، که با ٤٠ میلی‌لیتر آب‌مقطر شستشو و درون فالکون ۵۰ میلی‌لیتر ریخته شد. به منظور حذف رسوبات اضافی و ترکیبات دیگر، مقدار ۵ میلی‌لیتر از محلول ۵٪ سولفات‌روی و ٤/۷ میلی‌لیتر از محلول هیدروکسیدباریم ۰/۳ نرمال را کاملا ورتکس کرده و به فالکون ها اضافه شدند. فالکون‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. مقدار ۲ میلی‌لیتر از عصاره فاز مایع بعد از سانتریفیوژ به لوله آزمایش ۱۵ میلی‌لیتر منتقل شد. به هر لوله آزمایش ۱ میلی‌لیتر محلول ۵٪ فنل اضافه نموده، سپس به شدت تکان داده تا کف در آن ظاهر شود. سپس مقدار ۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک ۹۸٪ به داخل هر یک از نمونه‌ها اضافه شد. ٤٥ دقیقه پس از آماده‌سازی محلول‌ها و تثبیت رنگ آنها، نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر با طول‌موج ٤٨٥ نانومتر قرائت شدند. محلولهای استاندارد گلوکز نیز در ٦ سطح آماده و در طول موج ٤٨٥ نانومتر قرائت شد و پس از آن بر اساس نتایج به‌دست آمده منحنی استاندارد رسم و معادله خط (٦) به‌دست آمد و براساس آن میزان قندهای محلول در هر نمونه محاسبه شد.

6) $Y= 0.0215X- 0.0504$ $(R^2= 0.9861)$

تجزیه و تحلیل داده‌ها: پس از اجرای طرح و جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل آماری براساس طرح آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار SAS و MSTATC انجام شد. مقایسه میانگین از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵ ٪ تعیین شد. همچنین برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث:

نتایج حاصل از تجزیه داده‌ها نشان داد که ارتفاع گیاه در بین توده‌های مختلف دارای تفاوت آماری در سطح احتمال ۱ درصد بود و توده اراک در غلظت ۱/۵ میلی‌مول اسیدسالیسیلیک دارای بیشترین ارتفاع بود و با افزایش غلظت اسیدسالیسیلیک میزان ارتفاع نیز افزایش پیدا نمود (جدول ۱). از اثرات اسیدسالیسیلیک در گیاهان می‌توان به اثر این هورمون در افزایش اندازه سلول‌های پارانشیمی اشاره کرد و افزایش در اندازه سلول‌های پارانشیمی باعث افزایش ارتفاع و افزایش وزن بیومس می‌شود (Gutierrez-Coronado, 1998).

در صفت وزن خشک اندام هوایی اثر متقابل کاربرد اسیدسالیسیلیک و توده‌های مختلف زنیان در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد و عملکرد وزن خشک اندام هوایی در توده اراک نسبت به توده اصفهان و فریمان بیشترین عملکرد را داشت (جدول ۱). در صفت وزن خشک

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.6.3]

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در سه توده زنیان

نوع توده	اسید سالیسیلیک	ارتفاع (cm)	طول ساقه اصلی (cm)	تعدادچتر (n)	تعداد چترک (n)	ورن خشک اندام هوایی (g)	وزن خشک بذر (g)
فریمان	۰	۳۸/۷۰^{g}	۳٤/۷۹^{g}	۲۵/۳۳^{j}	۸/۰۲ ^{g}	۱/۰۵ ^{f}	۷/۱۹ ^{d}
	۰/۵	٤۰/٦۲ ^{f}	۳٦/۸۳^{f}	٤۲/۸۷ ^{g}	۸/۱۷^{g}	۱/۸۱ ^{def}	۱۱/۱۱^{d}
	۱	٤۲/۸۳ ^{e}	۳۸/۸۷^{de}	٤۸/۲۵^{f}	۹/۲۵^{e}	۲/٤۸ ^{cdef}	۱۵/۹۱^{cd}
	۱/۵	٤٦/۲۹ ^{c}	٤۱/۹۱^{b}	۵۲/۵۸ ^{e}	۹/۵۷ ^{d}	۳/٦۹^{cde}	۲۰/۳۹ ^{cd}
اراک	۰	٤۳/۸۳ ^{de}	۳۸/۵٤^{e}	٦۸/۷۷^{d}	۷/۵۰ ^{h}	٤/۲۷^{bcd}	۲۱/۱۷^{cd}
	۰/۵	٤٦/۷۵^{c}	٤۰/۱۳^{cd}	۸۱/۱۲^{c}	۱۰/۲۵^{c}	٤/٤٤ ^{bc}	۲۸/۲۲ ^{bc}
	۱	٤۸/۵۰^{b}	٤۲/۸۷^{b}	۸۷/٤۲ ^{b}	۱۱/۰٦^{b}	٦/٤۷ ^{ab}	٤۱/٤۹^{b}
	۱/۵	۵۱/۰٤ ^{a}	٤۵/۲۹^{a}	۱۰۸^{a}	۱۱/۵۵^{a}	۸/۳۵ ^{a}	۵۸/٤٤^{a}
اصفهان	۰	۳۷/۳۷ ^{h}	۳۳/۹۳^{g}	۲٦/۲۹^{j}	۸/۲٤ ^{g}	۱/۸٦^{def}	۷/٤٤ ^{d}
	۰/۵	۳۹/٦٤ ^{fg}	۳٦/۲۲^{f}	۳٦/۸۷ ^{i}	۸/۸۵ ^{f}	۱/٦٦^{ef}	۱۰/۸٦ ^{d}
	۱	٤٤/۲۰^{e}	۳۸/۲۹^{e}	٤۰/۸۷ ^{h}	۹/۱٤ ^{e}	۲/۰۹^{cdef}	۱۲/٤٦ ^{cd}
	۱/۵	٤٦/۵۲ ^{c}	٤۰/۳٦^{c}	٤۹ ^{f}	۱۰/۰۳^{c}	۲/٦۹ ^{cdef}	۱۸/۹۷ ^{cd}

حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار براساس آزمون دانکن ۱ درصد (P<0.01) می‌باشد.

ادامه جدول ۲-

نوع توده	اسید سالیسیلیک	وزن هزار دانه (g)	پرولین (mg/gF)	قندهای محلول	کلروفیلa	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید
				(mg/gFW)				
فریمان	۰	۱/۰۲ ^{d}	۰/۹٦ ^{b}	۱۲۰ ^{g}	۷/٦۸ ^{bcd}	۲/۰۸^{bcd}	۷/٤۹^{bcd}	۱۲۱^{cd}
	۰/۵	۱/۰۸ ^{bcd}	۰/۹۷ ^{b}	۱۷۳^{d}	۸/۸۵ ^{abc}	۲/۱۵^{bcd}	۸/۵۱ ^{abcd}	۱٤۲^{abc}
	۱	۱/۱۷^{abc}	۱/۱۰^{b}	۱۹۲ ^{b}	۸/۹۳ ^{abc}	۲/۵^{abcd}	۸/۷۷^{abc}	۱۵۳^{abc}
	۱/۵	۱/۲٦ ^{a}	۱/۱٤ ^{b}	۱۹۸/٦ ^{a}	۱۰/۳۵ ^{a}	۲/۸۱^{abc}	۹/۸٤ ^{a}	۱۷٤^{a}
اراک	۰	۱ ^{d}	۰/۹٦ ^{b}	۱۲٤ ^{g}	٦/۷۳ ^{d}	۱/۷۵^{d}	٦/٤٦^{d}	۱۲۹^{bc}
	۰/۵	۰/۹۹ ^{d}	۱/۰۷ ^{b}	۱۳۳ ^{f}	۸/۸ ^{abc}	۲/۳۹^{abcd}	۸/۵۵ ^{abcd}	۱۵۲^{abc}
	۱	۱/۱۰ ^{bcd}	۱/۱٤ ^{b}	۱٦۹ ^{a}	۹/٤٤ ^{ab}	۲/۷۹^{abc}	۹/٤٦^{ab}	۱٦۸^{ab}
	۱/۵	۱/۱۹ ^{ab}	۱/٤۱ ^{a}	۱۹۸ ^{ab}	۹/۸۸ ^{a}	۳/۰۱^{ab}	۱۰ ^{a}	۱۷۲^{ab}
اصفهان	۰	۱/۰٤ ^{d}	۰/۹۵^{b}	۱۱۰^{h}	۷/۰۱ ^{cd}	۱/۸۷^{cd}	٦/۷۸ ^{cd}	۸۸/۳٤^{d}
	۰/۵	۱/۰۷^{cd}	۰/۹۷ ^{b}	۱۵۱ ^{e}	۷/۵۵^{bcd}	۲/۱۱^{bcd}	۷/٤۲ ^{bcd}	۱۳۵^{abc}
	۱	۱/۱۰ ^{bcd}	۰/۹۸ ^{b}	۱۸۵ ^{c}	۸/۸۵ ^{abc}	۲/۵۵^{abcd}	۸/۷۹ ^{abc}	۱۵۱^{abc}
	۱/۵	۱/۱۷ ^{abc}	۱/۰۹ ^{b}	۱۹٤ ^{ab}	۹/۸۹ ^{a}	۳/۱۱^{a}	۱۰/۱٤ ^{a}	۱۷۲^{ab}

حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار براساس آزمون دانکن ۱ درصد (P<0.01) می‌باشد.

بذر همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش سطوح اسیدسالیسیلیک میزان وزن خشک بذر در هر توده بهبود یافت و در توده اراک بیشترین عملکرد مشاهده شد، از نظر آماری نیز تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بین

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.6.3]

صفاتمشاهده شد (جدول ۱). وزن خشک بذر از جمله مهم-ترین فاکتورهای رشدی و نشان‌دهنده عملکرد در گیاهان خانواده چتریان و گیاهانی است که از بذور آنها استفاده می شود. نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد در بین گونه‌های مختلف گیاه زنیان که در شرایط یکسانی کشت شده اند میزان عملکرد بذر متفاوت است که نشان‌دهنده توانایی‌های متفاوت در بین توده‌های مختلف یک گونه است و همچنین واکنش تمامی توده‌ها به افزایش غلظت اسیدسالیسیلیک، افزایش در میزان وزن خشک بذر بود، اما شدت واکنش نسبت به گونه های مختلف متفاوت و در مقایسه اثرات متقابل در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود.

محققین گزارش کردند در گیاهان، سنتز بسیاری از پروتئین‌ها و فعال شدن مسیرهای بیوسنتز برخی از مواد به وسیله فیتوهورمون‌هایی مثل اسیدآبسیزیک، اسیدسالیسیلیک و جاسمونات‌ها تحریک می‌شوند و از آنجایی که اسیدسالیسیلیک و اثرات آن بر رشد و نمو اثبات شده است، می‌توان چنین نتیجه گرفت که افزایش وزن خشک بذر ناشی از اثر مستقیم و غیرمستقیم این هورمون است که دیگر محققین (Lang, 1986) نیز چنین نتایجی را به دست آوردند.

بررسی اثر متقابل داده‌های حاصل از تجزیه واریانس صفت وزن هزار دانه نشان داد که اثر متقابل کاربرد سطوح مختلف اسید سالیسیلیک و توده‌های زنیان در سطح احتمال ۵ درصد دارای اثر معنی‌دار بودند، به‌طوری که بیشترین میزان در تیمار ۱/۵ میلی‌مول اسیدسالیسیلیک در توده فریمان مشاهده شد (جدول ۱). وزن هزار دانه در این آزمایش تحت‌تاثیر غلظت اسیدسالیسیلیک افزایش معنی‌داری یافت و با افزایش غلظت، وزن هزار دانه افزایش یافت و در بیشترین اختلاف به میزان ۱/۲۳ برابر رسید. علت افزایش وزن هزار دانه را می‌توان به اثر اسیدسالیسیلیک در اختصاص مواد فتوسنتزی و توانایی جابجایی مواد از محل ذخیره به منبع دانست، چرا که توانسته است با افزایش غلظت اسیدسالیسیلیک مواد بیشتری را اختصاص دهد (Grieve *et al.*, 1992).

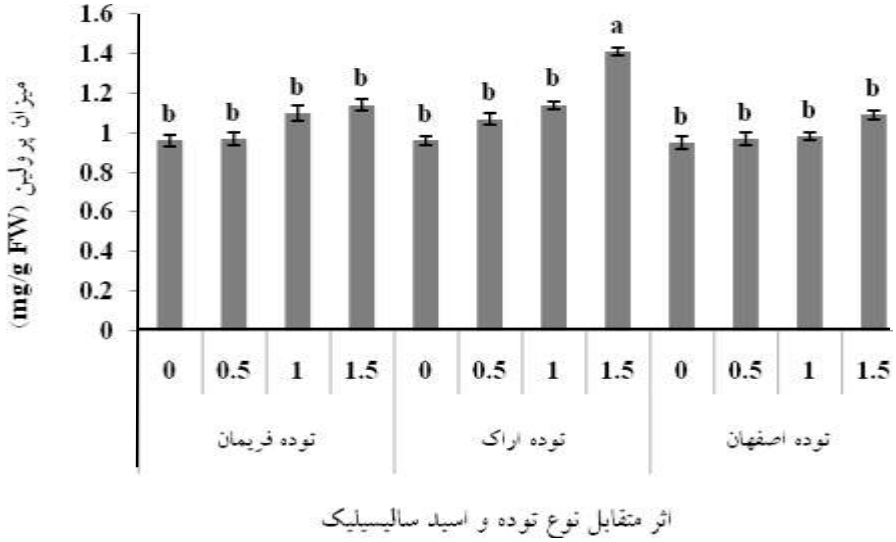
اثرات متقابل داده‌های مربوط به صفت تعداد چتر نشان داد توده اراک در میان تمامی توده‌ها، دارای بیشترین تعداد چتر نسبت به توده‌های فریمان و اصفهان بود (جدول ۱). اثرات متقابل داده‌های مربوط به صفت تعداد چترک نشان داد تیمار ۱/۵ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک و توده اراک بیشترین افزایش را در شمارش تعداد چترک به میزان ۱۱/۵۵ عدد و کمترین تعداد در تیمار عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و توده اراک با ۷/٦۲ عدد به‌خود اختصاص داد (جدول ۱).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه گیری میزان پرولین نشان داد این صفت در سطح احتمال ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌دار بود. بیشترین میزان پرولین در توده اراک و کاربرد اسیدسالیسیلیک با غلظت ۱/۵ میلی‌مول مشاهده شد (شکل ۱). یکی از تغییرات بیوشیمیایی جهت سازش با شرایط محیطی جدید در گیاهان، سنتز محلول‌های سازگار می‌باشد که یکی از این محلول‌ها پرولین است. کاربرد سالیسیلیک اسید باعث افزایش سازگاری اسمزی شد، چون افزایش پرولین در برگ‌های گیاهانی که با سالیسیلیک اسید تیمار شده بودند مشاهده شد. دلیل افزایش میزان پرولین در تیمار ۱/۵ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک و توده اراک نسبت به دیگر تیمارها این است که، احتمالاً این توده در شرایط محیطی جدید برای مقاومت و تحمل، پرولین را که از متابولیت‌های سازگاری می‌باشد، بیشتر انباشته می‌کند. افزایش پرولین منجر به حفظ تورم و کاهش خسارت غشاء در گیاهان می‌شود بدین ترتیب با تعدیل اسمزی، تحمل به تنش‌های احتمالی محیطی را افزایش می‌دهد (Shakirova *et al.*, 2003). در گیاهان پرولین از طریق گلوتامات یا اورنیتین و با فعالیت آنزیم های پیرولین-۵- کربوکسیلات سنتتاز (P5CS) و یا اورنیتین آمینوترانسفراز (OAT) سنتز می‌گردد. اسیدسالیسیلیک از طریق فعالسازی P5CS2 می‌تواند منجر به افزایش بیوسنتز و تجمع پرولین گردد؛ همچنین میزان تجمع پرولین به تجزیه شدن بوسیله آنزیم پرولین دهیدروژناز (PDH) بستگی دارد (Fabro *et al.*, 2004).

میزان قندهای محلول در این آزمایش تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک افزایش پیدا کرد و با افزایش غلظت اسیدسالیسیلیک میزان قندهای محلول در تمامی توده‌ها افزایش

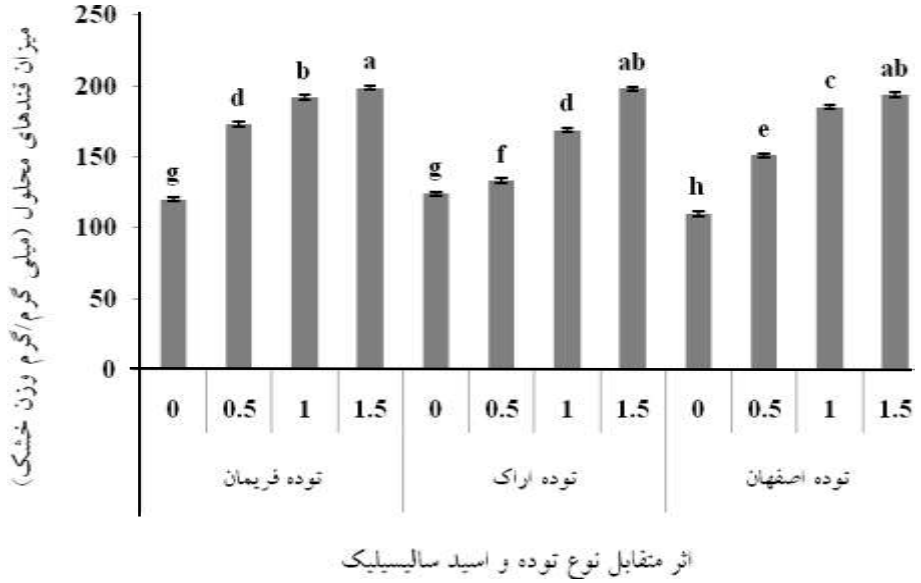
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.6.3]



شکل ۲- اثر متقابل تیمار اسیدسالیسیلیک بر میزان پرولین بر سه توده مختلف زنیان.

حروف غیرمشابه روی هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار براساس آزمون دانکن ۱ درصد (P<0.01) می‌باشد.



شکل ۲- اثر متقابل تیمار اسیدسالیسیلیک بر میزان کربوهیدرات بر سه توده مختلف زنیان.

حروف غیرمشابه روی هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار براساس آزمون دانکن ۱ درصد (P<0.01) می‌باشد.

پیدا نمود. در توده فریمان با بیشترین تاثیرپذیری از محلول پاشی اسیدسالیسیلیک بالاترین مقدار قندهای محلول مشاهده شد (شکل ۲). افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی می‌توانند باعث تولید بیشتر مقدار قندهای محلول شود و نتایج نیز موید چنین اثری است، غلظت ۱/۵ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک باعث افزایش ۶۱ درصدی در میزان قندهای محلول در توده فریمان شد که نشان‌دهنده تاثیر بسیار زیاد اسیدسالیسیلیک بر میزان قندهای محلول است. مقدار تجمع قندها با تیمار اسیدسالیسیلیک افزایش یافت و افزایش مقدار قندهای محلول را می‌توان به علت، سنتز این ترکیبات از مسیر غیرفتوسنتزی و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.6.3]

همچنین تخریب قندهای نامحلول که باعث افزایش قندهای محلول می‌شود (El-Tayeb, 2005)، نسبت داد. اسیدسالیسیلیک به علت تعدیل در کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی و احتمالاً با حفظ ساختار و فعالیت آنزیم روبیسکو باعث افزایش مقدار قندهای محلول شد (فرزانه و همکاران، ۱۳۹۲). گزارش شده است که تیمار اسیدسالیسیلیک، سیستم آنزیمی هیدرولیزکننده پلی‌ساکاریدها را مهار کرده یا به عبارت دیگر، سرعت تبدیل قندهای نامحلول به قندهای محلول را کاهش می‌دهد. به‌نظر می‌رسد توانایی اسیدسالیسیلیک در افزایش پلی‌ساکاریدها به توانایی این ماده در جلوگیری از هیدرولیز پلی‌ساکاریدها توسط آنزیم‌های سیستمی هیدرولیزکننده پلی‌ساکاریدها مربوط می‌شود و از طرفی دیگر باعث اتصال قندهای ساده به یکدیگر و تشکیل پلی‌ساکاریدها می‌شود که با نتایج حاصل از این تحقیق مغایرت دارد (Ghasemzadeh *et al.*, 2011).

بررسی اثر متقابل داده‌های حاصل از تجزیه واریانس در میزان کلروفیل a نشان داد که اثر متقابل کاربرد سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک و توده‌های زنیان در سطح احتمال ۵ درصد دارای اثر معنی‌دار بودند، به طوری که بیشترین اثر افزایش را تیمار اسیدسالیسیلیک ۱/۵ میلی‌مولار و توده فریمان نسبت به گیاهان شاهد نشان داد (جدول ۱). نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میزان کلروفیل b مشخص نمود، بیشترین افزایش مقدار کلروفیل b مربوط به تیمار ۱/۵ میلی-مول اسیدسالیسیلیک و توده اصفهان بود و تمامی تیمارها از لحاظ آماری دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بودند (جدول ۱). نتایج در اندازه‌گیری کلروفیل کل متفاوت بود و علی‌رغم اینکه توده اصفهان دارای بیشترین مقدار کلروفیل کل بود، اما از نظر آماری تفاوتی میان بیشترین غلظت اسیدسالیسیلیک و توده‌های مختلف وجود نداشت (جدول ۱). بررسی اثر متقابل داده‌های حاصل از تجزیه واریانس در صفت میزان کاروتنوئیدها نشان داد که اثر متقابل کاربرد سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک و توده‌های زنیان در سطح احتمال ۵ درصد دارای اثر معنی‌دار بودند، به طوری‌که بیشترین میزان، در تیمار اسیدسالیسیلیک ۱/۵ میلی‌مولار و توده فریمان مشاهده شد و با افزایش سطح اسیدسالیسیلیک میزان کاروتنوئیدها در توده‌های مختلف توسعه یافت (جدول ۱). اسیدسالیسیلیک علاوه بر آنکه باعث سازگاری بیشتر گیاهان با محیط می‌شود بلکه باعث افزایش عملکرد سیستم فتوسنتزی نیز می‌شود که خود از پیگمان‌های فتوسنتزی تشکیل شده‌اند، پیگمان‌های فتوسنتزی توانایی ایجاد تغییر در میزان عملکرد یا نرخ فتوسنتزی را ندارند، اما ممکن است افزایش در میزان عملکرد به‌دلیل تغییر ایجاد شده در سایر عوامل متابولیکی از قبیل روبیسکو (Rubisco) و فسفوانول پیرووات کربوکسیلاز (PEP carbocsilase) باشد (Singh and Usha, 2003). اگرچه در این پژوهش میزان فعالیت روبیسکو اندازه‌گیری و تعیین نشد، ممکن است افزایش در سطح غلظت سالیسیلیک‌اسید میزان فعالیت روبیسکو را افزایش دهد که خود می‌تواند در افزایش عملکرد و افزایش نرخ فتوسنتزی موثر باشد (Popova *et al.*, 2009).

نتیجه‌گیری:

به عنوان نتیجه‌گیری نهایی می‌توان گفت تمامی فرایندهای مهم مانند فتوسنتز، رشد و نمو و عملکرد تحت تأثیر محیط و عوامل محیطی قرار می‌گیرند. گیاهان در محیط دائما در تعامل به سر می‌برند و برای سازگاری با این شرایط، تغییرات مورفوفیزیولوژیک در ساختار و ترکیب‌ها و فرآیندهای شیمیایی خود ایجاد می‌کنند تا با شرایط بد و ناسازگاری‌های محیطی مقابله نمایند. شناخت و مهارت درک این روابط و انتخاب صحیح توده‌های مناسب گیاهی برای مناطق جدید و مستعد، به تولید بیشتر و ارزش افزوده بیشتر در واحد سطح و کارایی بیشتر سیستم‌های تولیدی کمک می‌کند که از اهداف مهم در کشاورزی پایدار است. در بین توده‌های معرفی شده در این پژوهش و تیمار اسیدسالیسیلیک در غلظت‌های مختلف، توده اراک و غلظت ۱/۵ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک در بسیاری از پارامترهای مورفولوژیک و فیزیولوژیک بیشترین و بهترین عملکرد را نشان داد. این افزایش عملکرد نشان از توانایی این توده در سازگاری با اقلیم منطقه مورد آزمایش و پاسخ مناسب به اعمال تیمار اسیدسالیسیلیک است. در برخی از پارامترهای

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.6.3]

مورفولوژیک در اثر متقابل توده اراک و اسیدسالیسیلیک، افزایش بیش از دو برابری نسبت به گیاهان شاهد ثبت گردید.

منابع:

دوازده امامی، س.، سفیدکن، ف.، جهانسوز، م. ر. و مظاهری، د. (۱۳۸۸) بررسی تاثیر شوری آب آبیاری بر عملکردهای کمی و کیفی گیاه دارویی زنیان (*Carum copticum* L. C.B. Clarke)، تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۵: ۵۱۲-۵۰٤.

فتحی، ق. و اسماعیل پور، ب. (۱۳۸۷) مواد تنظیم کننده رشد گیاهی(اصول و کاربرد)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد.

فرزانه، م.، قنبری، م.، افتخاریان جهرمی، ع. ر. و جوانمردی، ش. (۱۳۹۲) تاثیر محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک بر میزان اسمولیت‌ها و رنگدانه‌های فتوسنتزی گیاه بادمجان (*Solanum melongena* L.) تحت تنش سرما، اکوفیزیولوژی گیاهی ایران ٤: ۸۳- ۷۵.

قهرمان، ا. (۱۳۸۳) گیاهشناسی پایه جلد ۲. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

ماهوان، ا. (۱۳۸۱) فرهنگ گیاهان ایران. انتشارات دفتر جغرافیایی و انتشارات ماهوان (ماه نشر)، مشهد.

میرحیدر، ح. (۱۳۷۵) معارف گیاهی (کاربرد گیاهان در پیشگیری و درمان بیماری). جلد اول، نشر فرهنگ اسلامی، تهران.

Gharib, F. A. L., Mohamed Zeid, I., Motamed AbdEl-Hameed Salem, O. and Zakaria Ahmed, E. (2014) Effects of Sargassum latifolium Extract on Growth, Oil Content and Enzymatic Activities of Rosemary Plants under Salinity Stress. Life Science Journal 11: 933-945.

Aghdam, M. S., Mostofi, Y., Motallebiazarm, A., Ghasemneghad, M. and Fattahi Moghaddam, J. (2009) Effects of MeSA vapor treatment on the postharvest quality of Hayward kiwifruit. In: 6th International Postharvest Symposium, Antalya, Turkey.

Bates, L. S., Waldern, R. P. and Tear, I. D. (1973) Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil 39:205-207.

Borsani, O., Valpuesta, V. and Botell, M. A. (2001) Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by Nacl and osmotic stress in Arabidopsis seedlinds. Plant Physiology 16:105-1030.

Daneshmandi, M. Sh. and Azizi, M. (2009) The study on the effect of water stress and mineral zeolite on some quantity and characteristics of Sweet basil (*Ocimum bosilicus* L. var.). In: Proceeding of 6th Iranian Horticultural Science Congress Faculty of Agricultural Science, Rasht, Iran.

El-Tayeb, M. A. (2005) Response of barley gains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation 45: 215-225.

Eraslan, F., Aydin Gunes, A. I. and Alpaslan, M. (2007) Impact of exogenous salicylic acid on the growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. Scientia Horticulturae 113:120–128.

Esheligl, H. Q. (1986) Die verwertung orgngischer souren durch chlorella lincht. Planta Journal 47-51.

Fabro, G., Kovacs, I., Pavet, V., Szabados, L. and Alvarez, M. E. (2004) Proline accumulation and AtP5CS2 gene activation are induced by plantpathogen incompatible interactions in Arabidopsis. Molecular Plant-Microbe Interactions 17: 343-350.

Ghasemzadeh, A., Hawa, Z. and Jaafar, E. (2012) Effect of salicylic acid application on biochemical changes in ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) Journal of Medicinal Plants Research 6: 790-795.

Grieve, C. M., Lesch, S. M., Francois, L. E. and Maas, E. V. (1992) Analysis of main-spike yield components in salt-stressed wheat. Crop Science 32: 697–703.

Gutierrez-Coronado, M. A., Trejo-Lopez. C. and Larque-Saavedra, A. (1998) Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiology and Biochemistry 36: 563-565.

Lang, O. F. P. (1986) Reguladores de crecimiento VIII: Efectos del ácido acetilsalicilico y/o dimetilsulfóxido en el rendimiento agronómico de *Phaseolus vulgaris* L. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Leslie, C. A. and Romani, R. J. (1988) Inhibition of ethylene biosynthesis by salicylic acid. Plant Physiology 88: 833-837.

Popova, L. P., Maslenkova, L. T., Yordanova, R. Y., Ivanova, A. P., Krantev, A. P., Szalai, G. and Janda, T. (2009) Exogenous treatment with salicylic acid attenuates cadmium toxicity in pea seedlings. Plant Physiology and Biochemistry 47: 224-231

Raskin, I. (1992) Role os salicylic acid in plants. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 43:439-463.

Shakirova, F. M., Sakhabutdinova, A. R., Brzukova, M. V., Fatkhutdinova, R. A. and Fatkhutdinova, D. R. (2003) Chages in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Science 164: 317-322.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.6.3]

Singh, B. and Usha, K. (2003) Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regulation 39:137–41.

Investigation effect of salicylic acid on morpho- physiologic traits on improve in three masses of *C. copticum* plant in Damghan Area

Bahareh Kashefi[1*], Javad Minuyiemoghadam[1] and Saied Davazdah-Emami[2]

[1]Department of Agriculture, Collage of Agriculture, Damghan Branch, Islamic Azad University, Damghan, Iran. [2] Agriculture and Natural Research Center of Isfahan, Isfahan, Iran.

(Received: 2 January 2015, Accepted: 18 October 2016)

Abstract:

Ajowan (*Carum copticum* L.) is one of the native medicinal plants that has many applications in the pharmaceutical industry and traditional medicine. Salicylic acid is a simple phenolic compound that plays regulaive role in many developmental processes of plants. This study was done to investigate salicylic acid effect on some of the morphological and physiological traits of three *C. copticum* masses in Damghan climate in 2012-2013. So, the factorial experiment was performed as complete randomized blocks with three replicates. In this study, three masses of Ajowan including Isfahan, Arak and Fariman Mashhad and salicylic acid treatment in three levels of 0.5, 1 and 1.5 mM/l were used. At the end of plant growing season, morph-physiological traits including plant height, height of main stem, number of umbelets and umbrella, dry weight of shoot and seed, thousand-seed weight, proline, carbohydrate and chlorophyll (a, b, total and carotenoid) content were measured. The results showed the impact of high level of salicylic acid on the majority traits of *C. copticum*. Also, Arak mass had the most reaction and Fariman mass had the lowest response to this treatment. Variety of Arak had the best reaction to the Damghan climate and it had the best efficiency in evaluated parameters. There was significant interactions between masses and salicylic acid levels.

Keywords: Ajowan, Climatic condition, Growth traits, Medicinal plant, Regulators, Yield.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.6.3]

*corresponding author, Email: bahareh.kashefi@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.6.3]