اثر هورمونی سالیسیلیک اسید و نانوکود فسفر بر صفات ریختی و فیتوشیمیایی بنفشه کورناتا (*Viola cornuta*)

نیره قربانی[1]، حسین مرادی[1*]، وحید اکبرپور[1] و عظیم قاسم‌نژاد[2]

[1]گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [2]گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ٩٢/٠٩/٠٤، تاریخ پذیرش نهایی: ١٣٩٣/١١/٢٥)

چکیده:

بنفشه کورناتا دارای کاربرد فراوان در فضای سبز و طب گیاهی می‌باشد. هورمون سالیسیلیک اسید و کود نانوفسفر بعنوان ترکیبات مؤثر در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی و متابولیت‌های ثانویه گیاهان بشمار می‌روند. بدین منظور مطالعه‌ای بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل سالیسیلیک اسید و کود نانوفسفر در سه تکرار اجرا گردید. محلول‌پاشی با چهار سطح ۰، ۰/۱، ۰/۷، ۱/۵ میلی‌مولار هورمون سالیسیلیک اسید و کود نانوفسفر در چهار سطح ۰، ۰/۵، ۱/۵ و ۳ گرم در لیتر از مرحله‌ی شش برگی هر بیست روز یکبار در سه مرحله بر روی بنفشه‌ها اعمال گردید. پارامترهای مورد بررسی شامل برخی صفات مورفولوژیک، پارامترهای بیوشیمیایی و فیتوشیمیایی بودند که به روش اسپکتروفتومتری و با استفاده از دستگاه HPLC سنجش گردیدند. نتایج حاکی از آنست که قطر گل در تیمار ۰/۷ سالیسیلیک اسید+۱/۵ نانوفسفر و تعداد گل در تیمار ۰/۱ سالیسیلیک اسید+۳ نانوفسفر بطور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد به بیشترین میزان خود رسیدند. کلروفیل a و b در غلظت‌های بالاتر هر دو تیمار آزمایشی نانو فسفر و اسید سالیسیلیک بطور معنی‌داری افزایش یافته و بیشترین غلظت هر دو تیمار نانو فسفر و اسید سالیسیلیک (۱/۵ سالیسیلیک اسید+ ۳ فسفر) سبب سنتز بیشترین میزان آنتوسیانین نیز گردید. ترکیبات موثره‌ی روتین و کوئرستین با اعمال غلظت‌های بالای سالیسیلیک اسید (۱/۵ میلی‌مولار) در غلظت‌های پایین نانو فسفر افزایش یافتند. بنابراین جهت دستیابی به بیشترین میزان زیست توده گیاهی و ماده مؤثره بهینه، مطالعات و کاربرد غلظت‌های متفاوت این هورمون و نانوفسفر در راستای افزایش خصوصیات با ارزش دارویی و زینتی، مورد نیاز است.

کلمات کلیدی: آنتوسیانین، روتین، کاروتنوئید، کلروفیل، کوئرستین.

مقدمه:

گیاهان دارویی از دیرباز از نظر ایجاد تنوع و پایداری جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های زراعی ایران دارند و این گیاهان در قیاس با محصولات باغبانی، بیشتر شبیه گیاهان زینتی بوده و استفاده از مواد موثره‌ی این گیاهان در صنایع غذایی و عطرسازی نیز رشد روزافزون دارد (امیدبیگی، ۱۳۸۸). بنفشه (*Viola cornuta*) از خانواده Violaceae گیاهی است که به صورت یک یا دو ساله کشت شده و گل‌های آن در آخر زمستان یا بهار به مقدار فراوان ظاهر می‌شود. گل‌ا، برگ، ریشه، دانه و حتی تمام قسمت‌های گونه‌های مختلف بنفشه برای اهداف دارویی استفاده می‌شود. تری ترپن‌ها، فلاوونوئیدها و متیل سالیسیلات‌ها دارای خاصیت ضد التهابی و ترشحی بوده

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: Moradiho@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.14.4.8]

و این مواد می‌تواند دلیل استفاده از بنفشه بعنوان یک ماده خلط آور و ضدالتهاب برای درمان زکام و التهاب پوستی باشد. گل های بنفشه حاوی روغن‌های فرار، روتین، سیانین، رنگدانه‌های روشن، گلیکوزید متیل سالیسیلات، ترکیبات قندی و نوعی آنتی اکسیدان به‌نام آنتوسیانین هستند (معاونی، ۱۳۸۸). آنتوسیانین‌ها بعنوان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، رادیکال‌های آزاد را از بین برده و از تولید بیشر آنها در بافت جلوگیری می‌کنند (Hapkins, 1999). این ترکیبات ارزشمند می‌توانند در هماهنگی با مولکول‌های حفاظتی در سلول‌های گیاهی فعالیت داشته و برای جبران نقص در غلظت مولکول‌ها در طی دوره تنش وارد عمل شوند (خاوری نژاد و همکاران، ۱۳۸۳). روتین گلیکوزیدی از فلاونوئید کوئرستین بوده و هردو ترکیب فلاونوئیدی روتین و کوئرستین از انسداد رگ‌های خونی ممانعت کرده و جزئی از مولتی ویتامین‌ها به حساب می‌آیند. نتایج زیادی از خواص درمانی فراوان روتین شبیه با کوئرستین گزارش گردیده که خاصیت ضدالتهابی و محافظت کبدی نیز از خواص با ارزش روتین می‌باشند (Gao *et al.*, 2003).

سالیسیلیک اسید یا اورتی هیدروکسی بنزوییک اسید دارای یک حلقه آروماتیک با یک گروه هیدروکسیل می‌باشد که به گروه ترکیبات فنلی تعلق دارد. این تنظیم کننده‌ی رشد درونی گیاه در غلظت‌های کم بطور وسیعی بر فرآیندهای فیزیولوژیکی و متابولیسم گیاهان تأثیر می‌گذارد و نقش محوری آن در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیک مختلف مثل فتوسنتز، سبز شدن، رشد، تکامل گیاه و جذب یون‌ها گزارش شده است. از جمله فرآیند های فیزیولوژیکی که سالیسیلیک اسید در آنها دخیل است می‌توان به تحریک گلدهی اشاره کرد (Hayat *et al.*, 2010). بعلاوه این هورمون باعث افزایش سرعت فعالیت‌های متابولیکی درون سلول، افزایش طول عمر گل و به تأخیر انداختن پیری می‌گردد. شایان ذکر است که یکی از ترکیبات موثر جهت افزایش سنتز ترکیبات ثانویه، سالیسیلیک اسید بوده و کاربرد برگی این هورمون در سویا باعث افزایش گلدهی و تشکیل نیام گردید (Metwally *et al.*, 2003). Khandanker و همکاران (۲۰۱۱) با مطالعه‌ای که روی تاج خروس قرمز داشتند اظهار کردند که این ترکیب در غلظت 10^{-5} مولار باعث افزایش طول گیاه، طول ریشه، تعداد برگ و وزن تر و خشک گیاه شد. شبانی و احسان‌پور (۱۳۸۸) در پژوهشی با اعمال این هورمون در کشت درون شیشه‌ای شیرین‌بیان به افزایش ترکیبات فلاونوئیدی دست یافتند. طبق نتایج Sun و همکاران (۲۰۱۲) محتوای روتین برگ‌های علف هفت‌بند (*Fagopyrum tartaricum*) بطور قابل ملاحظه‌ای پس از تیمار سالیسیلیک اسید خصوصاً پس از ٢٤ و ٤٨ ساعت افزایش یافت. همچنین این هورمون در اطلسی (بیات و همکاران، ۱۳۹۱)، همیشه‌بهار(قربانی و همکاران، ۱۳۹۲) سبب بهبود صفاتی نظیر وزن تر و خشک اندام‌های هوایی، محتوای کلروفیلی، کاروتنوئیدها گردیده است.

مواد و عناصر غذایی نیز نقش عمده‌ای در عملکرد پیکر رویشی، کمیت و کیفیت مواد موثره گیاهان دارویی دارد. فسفر یک عنصر غذایی پرمصرف است که وظایف مهمی در گیاه به عهده دارد. کود فسفره باعث تسریع در گلدهی شده و جوانه زدن، بارور شدن و کامل شدن محصول نیز به وجود مقادیر مناسبی فسفر نیازمند است (امیدبیگی، ۱۳۸۸). با بکارگیری کودها به شکل نانو به‌عنوان جایگزین کودهای مرسوم، عناصر غذایی کود به تدریج و به صورت کنترل شده در خاک آزاد می‌شوند. در حقیقت، فناوری نانو فرصت‌های جدیدی را به منظور افزایش راندمان مصرف عناصر غذایی و به حداقل رساندن هزینه‌های حفاظت از محیط زیست گشوده است (Chinnamuthu *et al.*, 2009). افزایش راندمان و کیفیت منابع غذایی به‌واسطه‌ی سرعت جذب بالاتر، عدم اتلاف کودها از طریق آبشویی و جذب کامل کود به‌وسیله‌ی گیاه به دلیل رهاسازی عناصر غذایی کود با سرعت مطلوب در تمام طول فصل رشد، کاهش مسمومیت گیاهی و تنش ناشی از وجود غلظت‌های بسیار بالای موضعی نمک در خاک و افزایش عملکرد از مزایای قابل توجه استفاده از نانوکودها در مقایسه با کودهای مرسوم هستند (نادری و شهرکی، ۱۳۹۰). در تحقیق کیانی و همکاران (۱۳۹۰)، تعداد گل، وزن تر و خشک گل بابونه آلمانی با افزایش غلظت کود فسفر، افزایش یافتند. با

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.14.4.8]

اعمال فسفر بر مریم گلی، زیست توده برگ افزایش یافته و همچنین غلظت فنل کل و رزمارینیک اسید در برگ و ریشه بطور متفاوتی تحت تأثیر فسفر بودند و در نهایت تغذیه با مقدار بهینه فسفر سبب بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شده و بیوماس افزایش یافت (Nell *et al.*, 2009). شایان ذکر است که فسفر در بابونه آلمانی (دادخواه و همکاران، ۱۳۸۸؛ علیجانی و همکاران، ۱۳۹۰) و سنبل‌الطیب (نقدی بادی و همکاران، ۱۳۹۲) باعث ارتقاء صفاتی همچون تعداد گل‌ها، تعداد ساقه‌ها، رنگدانه‌های فتوسنتزی و متابولیت‌های ثانویه گردیده است.

با توجه به ارزش دارویی و زینتی گیاه بنفشه، تلاش در راستای حصول به حداکثر عملکرد دارویی آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از طرف دیگر، تأثیر هورمون سالیسیلیک اسید به عنوان تنظیم کننده رشد مؤثر در حد سلولی و بافت گیاهی، و همچنین اثرگذاری فسفر بصورت مستقیم و غیرمستقیم بر تولید تعدادی از متابولیت‌های ثانویه برخی گیاهان به اثبات رسیده است. بنابراین هدف اصلی این مطالعه بررسی تغییرات کمی و کیفی برخی از خصوصیات زینتی و دارویی گیاه بنفشه تحت تاثیر مطلوب‌ترین تیمار هورمون سالیسیلیک اسید و نانوفسفر بوده است.

مواد و روش‌ها:

جهت انجام این پژوهش، بذرهای F_1 (*Viola cornuta*) بنفشه از شرکت فرید تهران خریداری و پس از ضد عفونی اولیه با هیپوکلریت سدیم ۲ درصد، در خزانه جهت تهیه نشاء کشت گردیدند. نشاها در مرحله چهاربرگی به گلدان‌های ۲/۵ لیتری حاوی نسبت‌های مساوی خاک باغچه، خاک‌برگ، کوکوپیت، ماسه بادی و کود دامی منتقل شدند. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل سالیسیلیک اسید (شاهد، ۰/۱ ، ۰/۷ ، ۱/۵ میلی مولار) و نانوکود فسفر (شاهد، ۰/۵، ۱/۵ و ۳ گرم در لیتر) در سه تکرار در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا گردید. پس از تهیه محلول‌های مورد نظر از هورمون سالیسیلیک اسید (Merck K41142931)، و نانو کود فسفر (فن‌آور سپهر پارمیس) محلول‌پاشی برگی در سه مرحله از مرحله‌ی شش برگی هر بیست روز یکبار صورت پذیرفت.

قطر گل‌ها بوسیله‌ی کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شده و تعداد آنها بلافاصله پس از ظهور گل‌ها بطور مداوم ثبت گردیدند. طول ساقه‌های گلدهنده نیز به کمک خط‌کش با دقت ۰/۰۱ متر تعیین گردیدند. گل‌ها پس از رسیدن به اندازه کامل برداشت شده و پس از توزین در ترازوی دیجیتال (مدل A & D Company Limiled) با دقت ۰/۰۰۱ گرم، در آون (مدل BM120) در دمای ٤٠ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٤٨ ساعت خشک گردیدند.

برای سنجش مقدار کلروفیل a، b و کاروتنوئید (Porra, 2002)، نمونه‌های تهیه شده در متانول ۸۰ درصد در طول موج‌های ٦٦٥/٢ ، ٦٥٢/٤ و ٤٧٠ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل UV-1800) قرائت شد.

سپس میزان رنگدانه‌ها برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر طبق فرمول‌های زیر محاسبه شدند:

کلروفیل a =(١٦/٧٢×$A_{٦٦٥/٢}$)-(٩/١٦×$A_{٦٥٢/٤}$)

کلروفیل b =(٣٤/٠٩×$A_{٦٥٢/٤}$)-(١٥/٢٨×$A_{٦٦٥/٢}$)

کاروتنوئیدها =(١٠٠٠×$A_{٤٧٠}$)-(کلروفیلa ×١/٦٣)-(کلروفیل b ×١٠٤/٩٦)/٢٢١

به منظور اندازه‌گیری میزان درصد مهار رادیکال‌های آزاد (Ebrahimzade *et al.*, 2010)، میزان ۰/۵ گرم از هر نمونه پودر خشک گل بنفشه با ۵ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد در فالکون‌های دربسته همگن شدند. مواد همگن شده به مدت ٢٤ ساعت روی شیکر قرار داده شد و سپس به مدت ۵ دقیقه در ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. پس از تهیه عصاره موردنظر از قسمت فوقانی عصاره یک میلی‌لیتر با یک میلی‌لیتر از DPPH با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار مخلوط گردید. دستگاه با متانول ۸۰ درصد کالیبره شده و پس از ۱۵ دقیقه با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل uv-1800) در طول موج ۵۱۷ نانومتر در تاریکی قرائت شد. جذب DPPH بعنوان عدد شاهد قرائت گردید. (جذب نمونه (As) و عدد شاهد (Ac)).

$$\text{درصد مهار رادیکال آزاد} = \frac{(Ac - As)}{Ac} \times 100$$

به جهت اندازه‌گیری آنتوسیانین (Wanger, 1979)، پودر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.14.4.8]

خشک گل با متانول اسیدی (نسبت ۱ به ۱۰) ساییده و عصاره در تاریکی در دمای چهار درجه سانتیگراد قرار داده و در ٤۰۰۰ دور به مدت ده دقیقه سانتریفوژ گردیدند. جذب محلول رویی با استفاده از اسپکتروفتومتر، در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت گردید. مقدار آنتوسیانین با استفاده از فرمول $A=\varepsilon bc$ بدست می‌آید که در آن مقدار ε یا ضریب خاموشی معادل $mMcm^{-1}$ ۳۳۰۰، A مقدار جذب، b عرض کووِت اندازه‌گیری برابر ۱ سانتی‌متر و c مقدار آنتوسیانین (مول بر گرم) می‌باشد.

به جهت سنجش میزان روتین و کوئرستین آماده‌سازی عصاره به روش Samee & Vorarat (2007) با کمی تغییر انجام گرفت. پس از آماده‌سازی عصاره، نمونه‌ها ۱۲ ساعت در شیکر (مدل Labinko L46) در تاریکی قرار داده شدند. سپس بمدت ۱۰ دقیقه در حمام اولتراسونیک (مدل Euronda 4D) ۲۰ درجه برای گاززدایی و ۱۰ دقیقه در سانترفیوژ (مدل Cnturion K2042) ۳۵۰۰g قرار گرفتند. از عصاره رویی پس از عبور از فیلتر ۰/٤۵ میکرون به جهت تزریق به دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) استفاده شد. (دستگاه مورد استفاده ساخت شرکت مرک هیتاچی- پمپ لاکروم مدل ۷۱۰۰ – آشکارساز دیود اَری- طول موج ۲۸۵ نانومتر- ستون C_{18}، طول ۲۵ سانتی‌متر و قطر ٤/٦ میلی‌متر- مقدار نمونه ۲۰ میکرولیتر و مدت زمان کل آنالیز ۲۰ دقیقه). جهت رسم منحنی کالیبراسیون استانداردِ روتین (Merck) غلظت‌های ۰، ۱۰، ۵۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ قسمت در میلیون (PPM) و برای کوئرستین (Merck) غلظت‌های ۰، ۵، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ قسمت در میلیون به دستگاه HPLC تزریق و با استفاده از فرمول استاندارد، مقدار نمونه‌ها محاسبه گردید.

آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و Mstat c و رسم نمودارها به کمک نرم افزار Excel صورت گرفت. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام پذیرفت.

نتایج و بحث:

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) حاکی از آنست که تیمارهای مختلف هورمونی سالیسیلیک اسید (SA) و کودی نانوفسفر (P) اثر معنی‌داری در سطح یک درصد بر صفات مورفولوژیک قطر گل و تعداد گل داشته است.

اطلاعات بدست آمده از جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان می‌دهد تیمار ۰/۷ سالیسیلیک اسید+۱/۵ نانو فسفر، قطر گل را نسبت به شاهد افزایش داده وتقریباً با بقیه گروه‌های آماری اختلاف معنی‌داری نشان داد، بطوریکه کمترین قطر گل در تیمار ۰/۷ سالیسیلیک اسید+۰ نانو فسفر حاصل گردید. در گیاهان گلدار هرچه تعداد گل بیشتر شود، علاوه بر اینکه عملکرد اقتصادی از نظر منبع تولید ماده مؤثره دارویی افزایش می‌یابد، در صورت استفاده از آن در فضای سبز نیز زیبایی خاصی به محیط می‌بخشد. بالاترین تعداد گل در سطوح بالاتر نانوفسفر یعنی تیمار ۰/۱ سالیسیلیک اسید+۳ نانو فسفر حاصل گردید که در این سطح از لحاظ آماری با دیگر گروه‌ها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد دیده می‌شود.

نتایج حاکی از آنست که در اثر اعمال تیمارهای سالیسیلیک اسید در سطح ۰/۱ میلی‌مولار و نانو کود فسفر در سطح سه گرم در لیتر صفات مورفولوژیک از قبیل تعداد گل ارتقاء یافته است. قابل ذکر است که به دلیل فراهم بودن میزان فسفر مناسب برای تیمارهای بالاتر، عناصر غذایی بهتر جذب گردیده و گیاه انرژی خود را صرف تولید عملکرد اقتصادی بیشتری می‌کند و نهایتاً میزان گل استحصالی افزایش می‌یابد (علیجانی و همکاران، ۱۳۸۸). نتایج این آزمایش در بحث افزایش تعداد گل در اثر اعمال فسفر با نتایج پژوهش دادخواه و همکاران (۱۳۹۰) و علیجانی و همکاران (۱۳۸۸) در بابونه آلمانی مطابقت دارد.

از اثرات مهم هورمون سالیسیلیک اسید القاء گلدهی، رشد و نمو، ممانعت از سنتز اتیلن و تنفس می‌باشد. این هورمون با بالا بردن تولید پروتئین و ایجاد باندهای ایزوزایم جدید سبب القاء و افزایش تعداد جوانه گل می‌شود (Raskin *et al.*, 1992). در پژوهش‌های مشابه اثر هورمون اسید سالیسیلیک بر بنفشه آفریقایی (Jabbarzede *et al.*, 2003) و گل تکمه‌ای (کمالی و همکاران، ۱۳۹۰) به نتایج مشابه با این تحقیق دست

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.14.4.8]

جدول ۱- تجزیه واریانس (مجموع مربعات) اثر تیمارهای نانو فسفر و سالیسیلیک اسید بر گیاه بنفشه *Viola cornuta*

منابع تغییرات	درجه آزادی	قطر گل	تعداد گل	طول ساقه گلدهنده	وزن تر گل	درصد ماده خشک گل	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئید	درصد ظرفیت آنتی اکسیدانی	آنتوسیانین گل	روتین	کوئرستین
نانو فسفر (A)	۳	۰/۵۷۲**	۱۰/۷۲**	۰/۷۱ns	۰/۰۰۳ns	۰/۵۶ns	۱/۱۰۴**	۰/۴۷۱**	۰/۰۰۸ns	۴۲/۳۹ns	۰/۰۰۴**	۱۶۵۴۶۳**	۶/۰۱۷**
اسید سالیسیلیک(B)	۳	۰/۳۰۰**	۴۰/۳۸**	۰/۱۹ns	۰/۰۰۹*	۲/۵۹ns	۰/۳۰۲*	۰/۳۷۷**	۰/۰۱۸ns	۲۰۷/۱۲**	۰/۰۰۰۴ns	۵۴۸۱۸۷**	۱۶/۳۶۷**
(A×B)	۹	۰/۳۶۶**	۶/۹۶**	۰/۳۵ns	۰/۰۰۳ns	۱/۰۰۸ns	۱/۰۷**	۰/۱۶۰**	۰/۰۶۷**	۹۲/۰۳**	۰/۰۰۱۴**	۳۳۱۸۷۵**	۵/۲۴۸**
خطای آزمایشی	۳۲	۰/۰۳۸	۰/۷۰	۰/۳۳	۰/۰۰۲	۸/۷۳	۰/۱۰۹	۰/۰۲۴	۰/۰۱۴	۲۶/۷۵	۰/۰۰۰۳	۴۱۸۳	۰/۰۱۶
ضریب تغییرات %	-	۳/۹	۷/۲	۱۳/۴	۱۱/۸	۱/۳۹	۱۰/۷۷	۱۳/۴	۱۴/۴	۹/۷	۱۱/۷	۷/۱۳	۰/۲۳

* و ** معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.14.4.8]

جدول۲- مقایسه میانگین اثر متقابل نانو فسفر و سالیسیلیک اسید بر گیاه بنفشه *Viola cornuta*.

منابع تغییر		قطر گل	تعداد گل	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئید	ظرفیت آنتی	کوئرستین
نانو فسفر (گرم در لیتر)	اسید سالیسیلیک (میلی‌مولار)	(سانتی‌متر)		(میلی‌گرم در گرم وزن تر)			اکسیدانی (٪)	(میکروگرم در گرم وزن خشک)
۰	۰	٤/٧٦^{fg}	١٣/٣٣^{b}	٣/٢٦^{bcde}	١/٠٥^{cde}	٠/٩٩^{ab}	٤٨/٧٥^{de}	٥٣/٠٢^{hi}
	٠/١	٤/٧٨^{efg}	١١/٠٠^{cde}	٣/١٤^{bcde}	١/٢٢^{bc}	٠/٨٤^{bcde}	٥٤/٣٠^{abcd}	٥٣/٥٣^{g}
	٠/٧	٤/٢١^{h}	١٠/٠٠^{def}	٢/٩٥^{cde}	٠/٩٢^{def}	٠/٨٠^{bcdef}	٥٩/٤٠^{ab}	٥٢/٨٨^{ij}
	١/٥	٥/١٦^{bcd}	٨/٣٣^{g}	١/٩٤^{g}	٠/٨٣^{ef}	٠/٧٤^{cdef}	٥٤/٩٤^{abcd}	٥٦/٤٥^{b}
٠/٥	۰	٥/٠٤^{cdef}	١٠/٠٠^{def}	٣/٠٦^{cde}	١/٤٣^{ab}	٠/٧١^{def}	٥٢/٦٤^{bcde}	٥٣/٨٥^{f}
	٠/١	٥/٤٣^{ab}	١٣/٦٦^{b}	٢/٢٣^{fg}	٠/٦٨^{f}	٠/٧٢^{cdef}	٥٦/٧٢^{abcd}	٥٤/٠٨^{e}
	٠/٧	٤/٤١^{h}	١١/٠٠^{cde}	٣/٣٩^{bcd}	٠/٢٨^{g}	٠/٨٨^{bcd}	٥٥/٢٢^{abcd}	٥٣/١٦^{h}
	١/٥	٤/٥١^{gh}	٩/٦٦^{efg}	٢/٩^{de}	٠/٩٩^{cde}	٠/٨٢^{bcdef}	٣٦/٤٩^{f}	٥٨/٣٩^{a}
١/٥	۰	٥/١٦^{bcd}	١٤/٠٠^{b}	٣/٦٥^{b}	١/٥٤^{a}	٠/٧٨^{cdef}	٥١/٤٠^{bcde}	٥٣/٥٩^{g}
	٠/١	٥/٢٢^{abcd}	١٤/٣٣^{b}	٢/٧٦^{ef}	٠/٩٢^{def}	٠/٧٩^{cdef}	٦١/٦٠^{a}	٥٢/٧٩^{jk}
	٠/٧	٥/٥٤^{a}	١١/٣٣^{cd}	٣/١٤^{bcde}	١/٠٤^{cde}	٠/٨٩^{bcd}	٥٠/١٦^{cde}	٥٢/٧٠^{jk}
	١/٥	٤/٩٣^{def}	٩/٣٣^{fg}	٢/٧٣^{ef}	٠/٨٨^{def}	٠/٨١^{bcdef}	٥٣/٣١^{abcde}	٥٤/٤٢^{d}
٣	۰	٥/٢٧^{abc}	١١/٦٦^{c}	٣/٠٦^{cde}	١/٥٠^{a}	٠/٦٤^{f}	٥٥/٠٧^{abcd}	٥٢/٨٠^{jk}
	٠/١	٥/٠٩^{cde}	١٦/٦٦^{a}	٣/٤٧^{bc}	١/١٢^{cd}	٠/٩١^{bc}	٥٤/٥٢^{abcd}	٥٥/٢٧^{c}
	٠/٧	٥/٠٠^{cdef}	١١/٠^{cde}	٣/٠٨^{cde}	١/٦٧^{a}	٠/٦٧^{ef}	٥٧/٩٠^{abc}	٥٢/٦١^{k}
	١/٥	٤/٩١^{def}	١١/٣٣^{cd}	٤/٣٩^{a}	١/٥٢^{a}	١/١٣^{a}	٤٥/٦٣^{e}	٥٢/٨٢^{ijk}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد در آزمون LSD ندارند.

یافتند.

طول ساقه گل‌دهنده هرچند از لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار نبود، در سطوح بالاتر فسفر و هورمون (۰/۷ سالیسیلیک اسید +۳ نانو فسفر) افزایش یافته و در سطح شاهد هردو تیمار کمترین مقدار خود را دارا بود (جدول ۲). در گیاهان زینتی بیساگ، هرچه طول ساقه گلدهنده افزایش یابد، جلوه بیشتری نمایان می‌گردد. این پارامتر نیز در این پژوهش تحت تاثیر هردو تیمار هورمونی و تغذیه‌ای قرار گرفت، بدین صورت که با افزایش غلظت‌ها بیشترین طول ساقه گلدهنده مشاهده گردید (جدول ۲). گسترش و تقسیم سلولی با هورمون سالیسیلیک اسید تنظیم می‌شود، در واقع بین رشد و پیری با این هورمون تعادل ایجاد می‌گردد. احتمال داده می‌شود که سالیسیلیک اسید طویل‌شدن و تقسیم سلولی را به همراه مواد دیگری، از قبیل اکسین تنظیم می‌کند (Popova *et al*., 2003). همچنین این هورمون در سنتز پروتئین‌های خاصی به نام پروتئین کیناز نقش داشته که این پروتئین‌ها نیز نقش مهمی در تنظیم تقسیم، تمایز و ریخت‌زایی سلول ایفا می‌کنند. گزارش‌های متفاوتی از اثر سالیسیلیک اسید بر طول ساقه و ریشه در گیاهان مختلف موجود است. در گیاه سویا و خیار این اثر به صورت افزایش طول به دلیل افزایش میزان آنزیم نیترات ردوکتاز است (Singh *et al*., 2010). از طرف دیگر با مصرف کود فسفره گیاه آسانتر به عناصر غذایی دسترسی پیدا کرده و بهتر استقرار می‌یابد، لذا نیازی به افزایش حجم ریشه نداشته و در نهایت انرژی بیشتری برای توسعه اندام هوایی در تیمار مطلوب خواهد داشت (دادخواه و همکاران، ۱۳۹۰). نتایج آزمایش مهرابیان مقدم و همکاران (۱۳۹۰) نشان داد غلظت

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.14.4.8]

های ۰/۱ و ۰/۲ میلی مولار SA، در مقایسه با بقیه غلظت‌ها، سبب افزایش طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه‌های ذرت گردیدند.

وزن تر گل تنها تحت تاثیر معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد سالیسیلیک اسید قرار گرفت و بیشترین میزان آن در ۰ سالیسیلیک اسید+۳ نانو فسفر بدست آمد (جدول ۲). از لحاظ آماری اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد ماده خشک گل همچون طول ساقه گل‌دهنده در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نیست اما قابل ذکر است که بیشترین مقدار آن در صفر سالیسیلیک اسید+۱/۵ نانو فسفر و حداقل میزان آن در شاهد حاصل شد. با این توضیح که تقریباً در سطوح فسفری که با ۰/۱ میلی مولار این هورمون تلفیق گردید، افزایش وزن تر گل را در پی داشت، هرچند بیشترین میزان آن در تیمارُ ۰ سالیسیلیک اسید+۳ نانو فسفر بدست آمد. آثار تحریکی سالیسیلیک اسید بر رشد می‌تواند به عللی مانند افزایش میزان تقسیم در مناطق مریستمی و رشد سلولی باشد که باعث افزایش رشد می‌گردد و علت دیگر آن نیز تأثیر این هورمون بر سایر هورمون‌های گیاهی است (Singh *et al.*,2010). فسفر باعث افزایش کربوهیدرات‌ها، قندهای محلول و ترکیب‌های معدنی در شاخساره و گل گردیده در نتیجه باعث افزایش وزن گل‌ها بعنوان بازده زایشی می‌گردد (Ablah *et al.*, 2004).

تیمارهای آزمایشی سالیسیلیک اسید و نانوفسفر هم بصورت ساده و هم بصورت متقابل بر کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها بعنوان رنگدانه‌های فتوسنتزی مورد سنجش اثرات معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نهادند (جدول ۱). بطوری‌که بیشترین محتوای کلروفیل a در بالاترین سطح تیمارهای آزمایش (۱/۵ سالیسیلیک اسید+۳ نانو فسفر) و کمترین آن در سطح ۱/۵ سالیسیلیک اسید+۰ نانو فسفر حاصل گردیده و با سایر گروه‌های آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد. میزان کلروفیل b در تیمار ۰/۷ سالیسیلیک اسید+۳ نانو فسفر بیشترین و در ۰/۷ سالیسیلیک اسید+p۰ کمترین مقدار را دارا بود. افزایش میزان کلروفیل‌ها بهبود فتوسنتز و به تبع آن سوخت و ساز بهتر را به‌دنبال دارد.

اگرچه رشد گیاه حاصل فرآیندهای منظم و کامل فیزیولوژیک بوده و مهار رشد گیاه توسط عوامل محیطی را نمی‌توان تنها به یک فرآیند فیزیولوژیک خاص نسبت داد، اما پدیده فیزیولوژیک غالب فتوسنتز است (Parida & Das, 2005). قابل ذکر است که سالیسیلیک اسید در غلظت‌های مناسب با جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های کلروفیل اکسیداز مانع تجزیه کلروفیل و افزایش در فتوسنتز می‌گردد. همچنین با افزایش قابلیت آنتی‌اکسیدانی سلول و تولید پروتئین‌های جدید باعث حمایت از دستگاه فتوسنتزی می‌گردد (Popova *et al.*, 2003). سرعت فتوسنتز ممکن است در اثر کاهش فعالیت کربوکسیلاسیون ناشی از انتقال الکترون یا تریوز فسفات باشد. قابل ذکر است که کاهش فتوسنتز در اثر کمبود فسفر ناشی از دو عامل روزنه و فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی است که خود بستگی به تعداد، اندازه و موقعیت روزنه دارد (Lal *et al.*, 1996). Gharib (2006) تأثیر اسید سالیسیلیک را درگیاهان ریحان و مرزنجوش بررسی نمود، و به این نتیجه رسید که میزان کلروفیل a، b و کل در اثر کاربرد غلظت‌های 10^{-4} مولار و 10^{-5} مولار از اسید سالیسیلیک افزایش پیدا می‌کند. اسید سالیسیلیک بر مقدار رنگدانه‌ها نیز مؤثر است که این اثر وابسته به غلظت آن می‌باشد، به طوری که افزایش ۰/۲ میلی‌مولار موجب افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی جو گردید (Canakci and Munzuroghlu, 2009).

عوامل متعددی می‌توانند در کمیت و کیفیت کاروتنوئیدها مؤثر باشند که از جمله می‌توان به نقش تغذیه‌ای و مصرف کودها اشاره کرد. اگرچه تیمارهای نانوفسفر و سالیسیلیک اسید به‌تنهایی بر کاروتنوئیدها اثر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد نداشتند اما اثر متقابل این دو بطور معنی‌داری در سطح یک درصد موثر واقع گردیدند. بیشترین میزان کاروتنوئید نیز همچون کلروفیل a در بالاترین سطح هردو تیمار یعنی ۱/۵سالیسیلیک اسید+۳ نانوفسفر به بیشترین میزان خود رسید و در تیمار ۰ سالیسیلیک اسید+۳ نانو فسفر کمترین مقدار را دارا بود (جدول ۲). یکی از پارامترهای مهم در بحث دارویی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره گیاه می‌باشد که که نشان‌دهنده‌ی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.14.4.8]

توان عصاره گیاه در برابر رادیکال‌های آزاد می‌باشد و طبق نتایج بدست آمده در این پژوهش اثر ساده سالیسیلیک اسید و اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر این پارامتر اثر معنی‌دار یک درصدی نهاده است. تیمار ۰/۱ سالیسیلیک اسید +۱/۵ نانو فسفر این پارامتر را نسبت به شاهد به حداکثر رساند و تقریباً دیگر تیمارها با شاهد در یک گروه آماری قرار داشتند.

کاروتنوئیدها قادرند توان آنتی‌اکسیدانی گیاه را افزایش داده و پیرو تحقیقات انجام شده، اسید سالیسیلیک سنتز کاروتنوئیدها و گزانتوفیل‌ها را در گیاه گندم ترغیب نموده است (Moharekar *et al.*, 2003). در تمامی این تحقیقات حضور سالیسیلیک اسید در غلظت مناسب باعث اعتدال در رنگیزه‌های درونی شده بود، که تأثیر خود را از طریق تنظیم هورمون‌هایی از قبیل اتیلن می‌گذارد. سالیسیلیک اسید باعث افزایش میزان کاروتنوئید شد. گیاهان می‌توانند از طریق القاء آنزیم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدان که حفاظت علیه آسیب بیشتر را فراهم می‌کنند، به طیف وسیعی از تنش‌ها پاسخ دهند. به نظر می‌رسد تیمار با اسید سالیسیلیک بعنوان یک فرآیند مقاوم‌سازی عمل نموده و با افزایش توان آنتی‌اکسیدانیِ سلول سبب حفاظت بیشتر از غشاهای سلولی، رنگیزه‌های فتوسنتزی گردیده و نهایتاً بهبود شاخص‌های رشدی و متابولیت‌های ثانویه را سبب می‌شود (مومنی و همکاران، ۱۳۹۱).

از دیگر پارامترهای ارزشمند مورد بررسی آنتوسیانین بشمار می‌رود که با توجه به نتایج حاصل شده، اثر ساده نانوفسفر و همچنین اثر متقابل نانوفسفر و سالیسیلیک اسید بطور معنی‌داری در سطح یک درصد موثر واقع گردیدند و همچون درصد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در بالاترین سطوح تیمارهای آزمایشی به بالاترین میزان خود رسید (شکل ۱).

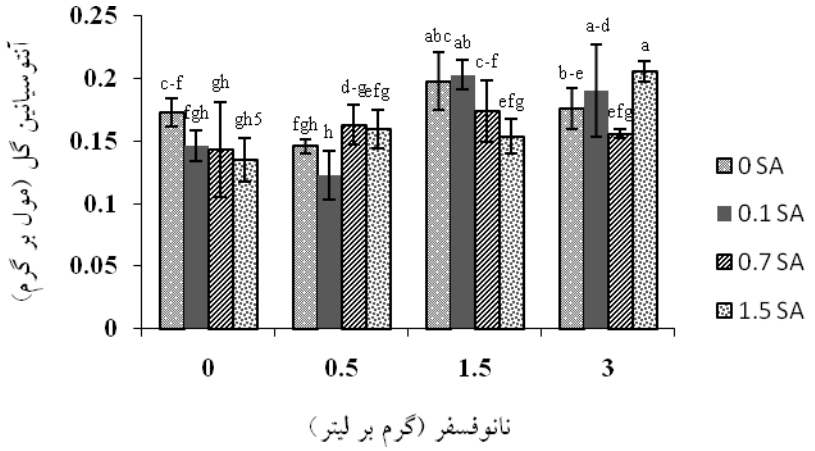
آنتوسیانین موجود در گیاه نیز به عنوان گیرنده رادیکال‌های آزاد عمل می‌کند و گیاهان را در برابر تنش‌های اکسیداتیو محافظت می‌کند (Sairam *et al.*, 1998). با اعمال فسفر در سطح ۰/۵ گرم در لیتر (شکل۱) آنتوسیانین بطور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد کاهش یافت که می‌توان گفت در این سطح، این عنصر فعل و انفعالات متابولیسم نظیر قند به نشاسته را فعال کرده و باعث کاهش آنتوسیانین گردیده است (رحیمی و همکاران، ۱۳۸۷). در سطوح بالاتر نانوفسفر آنتوسیانین افزایش یافته است و شایان ذکر است که آنتوسیانین‌ها ترکیبات گلوکوزیدی هستند که وجود قند برای تشکیل آن ضروری است (Hapkins, 1999) و فسفر در سطوح بالاتر توانسته است با تولید پیکر رویشی بیشتر، سطح فتوسنتزی بالاتر و در نهایت کربوهیدرات بیشتر، سبب افزایش آن گردد. اسید سالیسیلیک نیز از ترکیبات فنلی است که باعث فعال‌سازی آنزیم‌هایی نظیر فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز و شالکون سنتاز می‌گردد و در این پژوهش چون این هورمون به‌تنهایی سبب کاهش آنتوسیانین گردیده، می‌توان گفت احتمالاً فعال شدن فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز و شالکون سنتاز به سمت سنتز سایر متابولیت‌ها تغییر مسیر داده است (Bernard *et al.*, 2008). علت دیگر این امر به مهار سنتز اتیلن نسبت داده شده است. مشابه این نتیجه را Bernard و همکاران (2003) در گیاه چای بدست آوردند.

ترکیبات فلاونوئیدی روتین و کوئرستین از متابولیت‌های ثانویه ارزشمند به‌شمار می‌آیند که تیمارهای آزمایشی نانوفسفر و اسید سالیسیلیک بر این ترکیبات فلاونوئیدی معنی‌دار در سطح یک درصد بود. بطوریکه روتین (شکل ۲) در سطح ۱/۵ سالیسیلیک اسید+۰ نانو فسفر بالاترین و در تیمار ۰ سالیسیلیک اسید+۳ نانو فسفر به حداقل میزان خود رسید.

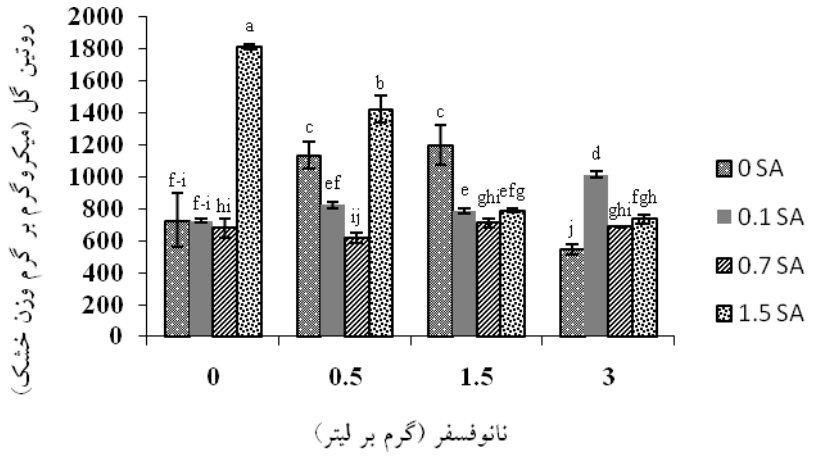
کوئرستین نیز همچون روتین متأثر اثرات ساده و متقابل هردو تیمار آزمایشی قرار گرفته و در تیمار ۱/۵ سالیسیلیک اسید+۰/۵نانو فسفر به بیشترین میزان خود رسید. به بیان دیگر سطوح بالاتر سالیسیلیک اسید به علت ایجاد شرایط کاذب تنشی همراه با سطوح پایین‌تر نانوفسفر موجبات حداکثری این پارامترهای با ارزش را فراهم کردند. در پژوهش‌های پیشین مشخص شده که اسید سالیسیلیک و فسفر می‌توانند بر میزان برخی ترکیبات ثانویه در گیاهان دارویی و معطر مؤثر واقع گردند (نقدی بادی، ۱۳۹۲). شبانی و احسان‌پور (۱۳۸۸) در پژوهشی با اعمال این هورمون در کشت درون شیشه‌ای شیرین‌بیان به افزایش ترکیبات فلاونوئیدی دست یافت. همان‌طور که قبلاً اشاره گردید، هورمون اسید سالیسیلیک سبب

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.14.4.8]



شکل ۱- اثر متقابل اسید سالیسیلیک و نانوفسفر بر میزان آنتوسیانین. حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی دا در سطح ۵ درصد آزمون LSD می‌باشد.



شکل ۲- اثر متقابل اسید سالیسیلیک و نانوفسفر بر میزان روتین. حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی دا در سطح ۵ درصد آزمون LSD می باشد.

فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز گردیده که در نهایت سبب افزایش مواد مؤثره و فلاونوئیدها می‌شود. هورمون مذکور بعنوان یک جزء پیام‌رسان کلیدی در فعال‌سازی پاسخ‌های اختصاصی دفاعی گیاه شناخته می‌شود و این پاسخ‌ها منجر به بیوسنتز و تجمع ترکیبات ثانویه گیاهی می‌گردد (Mueller *et al.*, 1993). روتین و کوئرستین از ترکیبات ارزشمند فلاونوئیدی بوده و در داروسازی اهمیت فراوانی دارند. اثر متقابل تیمارهای سالیسیلیک اسید و نانو فسفر بطور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر ترکیبات ثانویه‌ی روتین و کوئرستین تاثیر گذاشتند. شایان ذکر است که اثرات ساده این تیمارها نیز در سطح احتمال یک درصد بر این ترکیبات موثر واقع گردیدند. طبق نتایج Sun و همکاران (2012) محتوای روتین برگ‌های علف هفت‌بند (*Fagopyrum tartaricum*) بطور قابل ملاحظه ای پس از تیمار سالیسیلیک اسید افزایش یافت که به نظر می رسد سالیسیلیک اسید آنزیم‌های چرخه تولید روتین را تحریک کرده و باعث تجمع روتین برگ‌ها در غلظت‌های بالای این هورمون گردید. از آنجا که روتین و کوئرستین جزء متابولیت های ثانویه بوده و طبق نظر نقدی‌بادی و همکاران (۱۳۹۲)، تولید این ترکیبات در شرایط نامطلوب یا تنش افزایش می‌یابد، می‌توان اظهار داشت که سطوح بالای فسفر با ایجاد شرایط

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-14]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.14.4.8]

بهینه‌ی رشد رویشی که برای گیاه تنش تلقی نمی‌شود، امکان سنتز بیشتر روتین و کوئرستین را کاهش داده است.

نتیجه‌گیری کلی:

بطور کلی صفات مورفولوژیک از قبیل تعداد گل و قطر گل تحت تاثیر غلظت‌های بالاتر نانو فسفر قرار گرفتند، بطوریکه افزایش مشاهده شده در غلظت‌های متوسط سالیسیلیک اسید (۰/۷ میلی‌مولار) بیشتر بوده است. رنگدانه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها) بعنوان پارامترهای تاثیرگذار در متابولیسم و مقاومت گیاه در برابر رادیکال‌های آزاد، در غلظت‌های بالاتر هر دو تیمار آزمایشی نانو فسفر و سالیسیلیک اسید بطور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد به حداکثر میزان خود رسیده و. بیشترین غلظت هر دو تیمار نانو فسفر و سالیسیلیک اسید سبب سنتز بیشترین میزان آنتوسیانین گردید. در مقابل صفات مورفولوژیک، تغییرات روتین و کوئرستین بعنوان مواد موثره، در غلظت‌های بالای سالیسیلیک اسید و پایین نانو فسفر افزایش یافتند. شایان ذکر است که تولید متابولیت‌های ثانویه در شرایط تنشی (نانوفسفر پایین و هورمون بالا) افزایش یافته است.

منابع:

امیدبیگی، ر. (۱۳۸۸) تولید و فرآوری گیاهان دارویی، جلد اول، چاپ پنجم، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

خاوری نژاد .ر.ع.، س. مهرابیان و اسدی، ا. (۱۳۸۳) برسی اثر اسید سالیسیلیک بر میزان آنتوسیانین‌های گیاه دارویی مینا چمنی آلوده به قارچ ، نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم، ٤۲۷-٤۳۸:٤.

دادخواه، ع.، امینی دهقی، م. و کافی، م. (۱۳۹۱) بررسی تاثیر سطوح مختلف کودهای نیتروژن و فسفر بر عملکرد کمی و کیفی بابونه آلمانی، نشریه پژوهشهای زراعی ایران ۱۰: ۳۲۱-۳۲٦.

رحیمی، ع. (۱۳۸۷) بررسی اثر اسید سالیسیلیک و عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم، روی، بور، مولیبدن و آهن بر رشد و نمو، عملکرد، اجزای عملکرد، اسانس و لینالول در گشنیز (*Coriandrum sativum* L.).پایان نامه کارشناسی ارشد باغبانی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

شبانی، ل. و احسان‌پور، ع. ا. (۱۳۸۸) القاء آنزیم های آنتی اکسیدان، ترکیبات فنولیک و فلاونوئید در کشت شیشه شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*) با استفاده از متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید، مجله زیست شناسی ایران ۷۰۳-۲۲:٦۹۱.

علیجانی، م.، امینی دهقی، م.، ملبوبی، م. ع.، زاهدی، م. و مدرس ثانوی، س. ع. (۱۳۹۰) تاثیر سطوح مختلف کود فسفره در تلفیق با کود زیستی فسفاته بارور-۲ بر عملکرد، مقدار اسانس و درصد کامازولن گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۷ : ٤٥۹-٤٥۰.

قربانی، ن.، مرادی، ح.، اکبرپور، و.، آشناور، م. و یاوری، ز. (۱۳۹۲) پاسخ صفات زینتی شاخص دو رقم همیشه بهار(*Calendula officinalis*) کم پر و پرپر تحت هورمون اسید سالیسیلیک، دومین همایش ملی بهارنارنج، ساری، ایران.

کمالی، م.، خرازی، س. م.، سلاح ورزی ی. و تهرانی‌فر، ع. (۱۳۹۰) اثر سالیسیلیک اسید بر رشد و برخی صفات مورفوفیزیولوژیک گل تکمه‌ای(*Gompherna globosa* L.) در شرایط تنش شوری، نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) ۱۱۲:۲٦-۱۰٤.

کیانی، م.، س.م. نبوی کلات و کلارستاقی، ک. (۱۳۹۰) مطالعه اثرات اسید هیومیک و فسفر بر عملکرد گل بابونه آلمانی، ششمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان دانشکده کشاورزی، ایران.

معاونی، پ. (۱۳۸۸) گیاهان دارویی، جلد اول، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس، شهر قدس.

مهرابیان مقدم، ن.، آروین، م. ج.، خواجویی نژاد، غ. و مقصودی، ک. (۱۳۹۰) اثر سالیسیلیک اسید بر رشد و عملکرد علوفه و دانه ذرت در تنش خشکی در مزرعه،

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.14.4.8]

مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲۷: ۵۵-۴۱.

مومنی، ن.، آروین، م. ج.، خواجویی‌نژاد، غ.، کرامت، ب. و دانشمند، ف. (۱۳۹۱) اثر کلرید سدیم و سالیسیلیک اسید بر برخی شاخص‌های فتوسنتزی و تغذیه معدنی گیاه ذرت (*Zea mays* L.) مجله زیست شناسی گیاهی ۱۵: ۳۰-۱۵.

نادری، م.ر. ، دانش شهرکی، ع. (۱۳۹۰) کاربرد فناوری نانو در بهینه سازی فرمولاسیون کودهای شیمیایی، ماهنامه فناوری نانو، سال دهم ٤: ۲۳-۲۰.

نقدی بادی، ح.، لطفی زاد، م.، قوامی، ن.، مهرآفرین، ع. و خاوازی، ک. (۱۳۹۲) پاسخ عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی سنبل الطیب (*Valeriana officinalis* L.) به کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی فسفره. فصلنامه گیاهان دارویی ٤٦: ۳۷-۲۵.

Ablah, N., Hashim, M. F., Hassan, N. S. and Abo-ziad, H. (2004) Effect of gamma irradiation and phosphorus on growth and oil production of chamomile (*Chamomilla recutita*). International Journal of Agriculture and Biology 6:776-780.

Bernard, F., Kargar, Z., Shaker-Bazarnov, H. and Davarani, S.S.H. (2003) Antagonistis effects of mannitol and SA on (+) - catechin accumulation in *Camellia sinensis* L. calluses. Iranian Journal of Science and Technology 27: 169-174.

Bernard, F., Nouri, M., Mehrabi Kushki Z. and Shaker, H. (2008) Comparison of physiological and biochemical responses of two separate pieces of cultivated varieties licorice to molybdenum and salicylic acid. Rostaniha 9: 89-81.

Canakci, S. and Munzuroghlu, O. (2009) Effect of salicylic acid on growth and chlorophyll destruction of some plant tissues. World Journal of Agricultural Science 5: 577-581.

Chinnamuthu, R., Murugesa, C. and Boopathi, P. (2009) Nanotechnology and Agroecosystem, Madras Agricultural Journal 96: 17-31

Ebrahimzadeh, M. A., Nabavi, S. M., Nabavi, S. F., Bahramian, F. and Bekhradnia, A. R. (2010) Antioxidant and feree radical scavering activity of H.officinalis L. var angustifolius, *V. odorata, B. hyrcana* and *C. speciosum.* Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences 23:.29-34.

Gao Z., Xu H., Chen X. and Chen H. (2003) Antioxidant status and mineral contents in tissues of rutin and baicalin fed rats. Life Sciences 73: 1599-607.

Gharib, F.A.L. (2006) Effect of salicylic acid on the growth, metabolic activates and oil content of basil and majoram. International Journal of Agriculture and Biology 4: 485-492.

Hapkins, W.G. (1999) Introductin to plant physiology. Vol 1 and 2, John wiley and Sons, New York.

Hayat, Q., Hayat, Sh., Irfan, M. and Ahmad. A. (2010) Effect of exogenous salicylic acid under changing enveironment, A review. Enviromental and Experimental Botany 68: 14-25.

Jabbarzadeh Z., Khosh-Khui M., and Salehi H. (2009) The Effect of Foliar-applied Salicylic Acid on Flowering of African Violet. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 3:4693-4696.

Khandaker, L., Masumakond, A. S. M. G. and Oba, Sh. (2011) Foliar application of salicylic acid improved the growth, yield and leafs bioactive compounds in Red Amaranth (*Amaranthus tricolor L.).* Vegeteble Crops Research Bullein 24: 77-86.

Lal, A., Ku, M.S., and Edwards, G.E. (1996) Analysis of inhibition of photosynthesis due to water stress in the C3 species *Hordeum vulgare* and *Vicia faba*: Electron transport, CO2 fixation and carboxylation capacity. Photosynthetic Researches 49: 57-69.

Metwally, A., Finkemeier, I., Georgi, M. and Dietz, K. J. (2003) Salicylic acid alleviated the cadmium toxicity in barley seedling. Physiology and Biochemistry of Plant 132: 272-281.

Mueller, M. J., Brodschelm, W., Spannagl, E. and Zenk, M.H. (1993) Signaling in the elicitation process is mediated through the octadecanoid pathway leading to jasmonic acid. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 90:7490–4.

Nell, M., Votsch, M., Vierheilig, H., Steinkellner, S., Zitterl-Eglseer, K., Franz, C and Novak, J. (2009) Effect of phosphorus uptake on growth and secondary metabolites of garden sage (*Salvia officinalis* L.). Journal of the Science of Food and Agriculture 89: 1090–1096.

Parida, A. K. and Das, A. B. (2005) Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety 60: 324-349.

Popova, L., Ananieva, V., Hristova, V., Christov, K., Georgieva, K., Alexieva, V. and Stoinova, Zh. (2003) Salicylic acid and methyl jasmonate induced protection on photosynthesis to parquet oxidative stress. Bulgarian Journal of Plant Physiology Special Issue 133-152.

Porra R. J. (2002) Thechequered history of the development and use of simultaneous equations for the accurate determination of chlorophylls *a* and *b*., Photosynthesis Research 73:149-156

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

Sairam, R. K., Deshmukh, P. S. and Saxena, D. C. (1998) Role of antioxidant systemes in wheat genotype tolerance to water stress. Plant Biology 41: 387-394.

Samee, W., Vorarat, S. (2007) Simultaneous Determination of Gallic acid, Catechin, Rutin,

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.14.4.8]

Sun, Z. ,Hou, S. and Yang, W. (2012) Exogenous application of salicylic acid enhanced the rutin accumulation and influenced the expression patterns of rutin biosynthesis related genes in *Fagopyrum tartaricum* Gaertn leaves. Plant Growth Regulation 68: 9–15.

Wanger, G. J. (1979) Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids and anthocyanins in protoplasts. Plant Physiology 64: 88-93.

Ellagic Acid and Quercetin in Flower Extracts of *Michelia alba*, *Caesalpinia pulcherrima* and *Nelumbo nucifera* by HPLC, Thai Pharmaceutical Health Science Journal 2:131-137.

Singh, P. K., Chaturvedi, V. K. and Bose, B. (2010) Effects of salicylic acid on seedling growth and nitrogen metabolism in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Journal of Stress Physiology and Biochemistry 6:102-113.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.14.4.8]