

## تأثیر غلظت‌های مختلف سایکوسل و سالیسیلیک اسید بر صفات مورفوفیزیولوژیکی کلم زینتی

سید نجم الدین مرتضوی<sup>۱\*</sup> - فاطمه خدابدلو<sup>۲</sup> - محمد حسین عظیمی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۷/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۱۸

### چکیده

کلم زینتی گیاهی دو ساله از خانواده کلم‌ها می‌باشد. اهمیت این گیاه به خاطر برگ‌های تزئینی و مقاومت آن به سرما در فضای سبز می‌باشد. به منظور دستیابی به بهترین غلظت کندکننده‌های رشد در جهت بهبود بخشیدن به فاکتورهای کمی و کیفی کلم زینتی در فضای سبز، این پژوهش انجام گردید. این آزمایش به صورت فاکتوریل با دو فاکتور سایکوسل در چهار سطح (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ میلی گرم در لیتر) و سالیسیلیک اسید با چهار سطح (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ میلی گرم در لیتر) بصورت محلولپاشی، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش صفاتی مانند ارتفاع گیاه، آنتوسیانین، مقاومت به سرما، تعداد برگ، نشت الکترولیت، محتوای نسبی آب، کلروفیل کل، وزن تر و خشک برگ و وزن تر و خشک ریشه مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که کاربرد سایکوسل و سالیسیلیک اسید بصورت مستقل بر ارتفاع گیاه، آنتوسیانین، محتوای نسبی آب، کلروفیل کل، وزن خشک برگ، وزن تر و خشک ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل سایکوسل و سالیسیلیک اسید نیز بر ارتفاع گیاه، آنتوسیانین، محتوای نسبی آب، وزن خشک برگ، کلروفیل، وزن تر و خشک ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار و بر سایر صفات اثر معنی‌داری نداشت. جهت افزایش کیفیت کلم زینتی در فضای سبز مصرف ۲۰۰ میلی گرم در لیتر سالیسیلیک اسید و غلظت ۱۵۰ میلی گرم در لیتر سایکوسل که بهترین تیمار در این آزمایش بود، توصیه می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** اسید سالیسیلیک، سایکوسل، کلم زینتی، مورفوفیزیولوژیکی

### مقدمه

اشاره کرد (۳). کلم‌ها از جمله گیاهان مقاوم به سرما بوده و در مناطق سردسیر گیاهان بسیار مناسب برای فضای سبز می‌باشند (۲۳). در بعضی از گیاهان زینتی کنترل اندازه رشد رویشی و کاهش اندازه گیاه به منظور افزایش قابلیت فروش ضروری است، اما این کار باید بدون اعمال اثرات جانبی غیر مفید بر روی گیاهان دیگر انجام گیرد. یکی از مهم‌ترین ترکیباتی که نظر محققین را در چند دهه اخیر به خود جلب کرده است ترکیب فنلی سالیسیلیک اسید می‌باشد، که اثر بسیار امیدوار کننده‌ای را در تولید و نگهداری محصولات کشاورزی و باغبانی نشان داده است. سالیسیلیک اسید در گیاهان به عنوان ترکیب ضد استرسی و افزایش دهنده مقاومت گیاهان در مقابل عوامل نامساعد و بیماری‌ها (۲۵) و نیز به عنوان فعال کننده سیستم مقاومت القایی و افزایش دهنده ظرفیت آنتی اکسیدانی بویژه از طریق کاهش تنفس عمل می‌کند (۳). سالیسیلیک اسید یک ترکیب فنلی است که بطور طبیعی در گیاهان تولید می‌شود (۲۵). مطالعات متعددی نقش سالیسیلیک اسید را به عنوان یک مولکول پیام رسان مهم در تنظیم عملکرد و کنترل پاسخ گیاه به تنش‌های مختلف زیستی و غیرزیستی تایید کرده اند. سالیسیلیک اسید سبب حفظ ساختار غشاء سلول و کاهش آسیب دمایی پایین در طول دوره رشد می‌شود (۱۴). عبدی و

کلم زینتی با نام علمی *L. Brassica oleraceae* متعلق به خانواده کلم‌ها، گیاهی دو ساله و به خاطر برگ‌های زیبا دارای ارزش زینتی بویژه در فضای سرد سال بخاطر مقاومت آن به سرما می‌باشد، که کاشت آن را در فضای باز میسر می‌سازد (۱۹). اولین گزارشات در مورد کلم‌ها مربوط به رومیان و یونانیان قدیم بوده و از زمان‌های بسیار قدیم اجداد این گیاه<sup>۴</sup> در سواحل مدیترانه، آسیای صغیر و سواحل غربی اروپا به صورت خودرو می‌رویدند (۱۹). گل‌ها و گیاهان فصلی در زیبایی فضای سبز نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کنند، در این خصوص می‌توان به کلم زینتی در فصول سرد سال (پاییز و زمستان)

۱ و ۲-استادیار و کارشناسی ارشد، گروه باغبانی، دانشگاه زنجان

(\*)-نویسنده مسئول: Email: Mortazavi46@yahoo.com

۳-استادیار، گروه ژنتیک و به نژادی، پژوهشکده ملی گل و گیاهان زینتی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، محلات، ایران

DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.51522

4- *Brassicaceae*

5-*Brassica oleraceae* var. *silvesteris*

یکنواخت گل کلم زینتی رقم بنفش<sup>۱</sup> تهیه و پس از رسیدن به مرحله ۵ - ۴ برگی به گلدان‌های ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متری انتقال و سپس بعد از گذراندن یک دوره رشد کوتاه مدت به زمین اصلی (بستر) در خاک لومی با فاصله ۳۰ سانتی‌متر از هم منتقل شدند. اعمال تیمارهای سالیسیلیک اسید و سایکوسل در دو نوبت و بصورت محلول پاشی بر روی برگ‌های کلم‌ها با یک فاصله زمانی ۲۴ تا ۴۸ ساعت انجام گرفت. مرحله اول تیمار در تاریخ ۱۸ و ۱۹ آبان ماه و بعد از چند روز از کاشت نشاء کلم‌ها و استقرار پیدا کردن آن‌ها در زمین، انجام گرفت. آزمایش از نوع فاکتوریل با دو فاکتور سایکوسل (CCC) با سطوح (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) و سالیسیلیک اسید (SA) با سطوح (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۶ تیمار و سه تکرار انجام گرفت.

پارامترهای مورد ارزیابی شامل رشد رویشی (ارتفاع گیاه از سطح خاک تا قسمت تاج در یک زمان معین بر حسب سانتی‌متر)، تعداد برگ در هر بوته، وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک ریشه، مقاومت به سرما بر اساس روش کورکمز (۱۶) انجام گردید و محتوی نسبی آب هم با استفاده از روش لیس و همکاران (۱۷)، و از طریق رابطه  $(RWC = (Wf - Wd) / (Wt - Wd) \times 100)$  انجام شد.

درصد نشت الکترولیت (EL) به روش لیس و همکاران (۱۷) اندازه‌گیری و از طریق رابطه  $(EL = (EC2 - EC1) / EC2 \times 100)$  محاسبه شد. برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل نیز از روش ارائه شده توسط آرنون (۴) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتری به مدل (Spectrophotometer shimadzu (uv -16.A) و در طول موج‌های ۶۶۲ و ۶۴۴ نانومتر استفاده گردیده است. استخراج آنتوسیانین کل با استفاده از روش باریولا و همکاران (۶) انجام گرفت، محلول نهایی در طول موج‌های ۵۳۰ nm و ۶۵۷ nm در دستگاه اسپکتروفوتومتری به مدل (Shmadzu UV-160A) قرائت گردید و اطلاعات بدست آمده ثبت و مقدار آنتوسیانین کل از طریق رابطه  $(Anthocyanin = D530 - 0.24D657)$  محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین نتایج با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

## نتایج

### اثر اصلی سالیسیلیک اسید

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) بکارگیری سالیسیلیک اسید تاثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر صفات ارتفاع گیاه، میزان آنتوسیانین، میزان کلروفیل، وزن تر ریشه داشته و بر بقیه صفات تاثیر معنی‌داری نداشت. طبق جدول مقایسه میانگین (جدول

همکاران (۲) با مصرف کندکننده‌های رشد و سالیسیلیک اسید بر روی گل جعفری نتیجه گرفتند که استفاده از این ترکیبات باعث کوتاه شدن ساقه و افزایش اندازه گل‌ها و افزایش تراکم ریشه می‌شود. جنکز و همکاران (۱۴) بر روی گل رز نشان دادند که کندکننده‌های رشد تنها می‌توانند طول ساقه را کاهش دهند و گیاه را متراکم‌تر کنند ولی بر تعداد گره‌ها و در نتیجه تعداد برگ‌ها تأثیری ندارند. هیررا-توز (۱۲) گزارش کرد که استفاده از سالیسیلیک اسید به عنوان تنظیم کننده رشد گیاهی باعث افزایش عملکرد پاپایا تا ۲۰٪ می‌شود. صیادامین و همکاران (۲۲) طی پژوهشی بر روی کلم زینتی دریافتند غلظت‌های بالای پاکلوبوترازول ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و سایکوسل ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به طور معنی‌داری رشد و وزن خشک شاخساره را کاهش می‌دهد ولی رشد و وزن خشک ریشه تحت تأثیر تیمارهای کند کننده رشد قرار نگرفت. فریدالدین و همکاران (۷) با مصرف سالیسیلیک اسید در گیاه خردل باعث افزایش ۲۰ درصدی میزان کلروفیل نسبت به شاهد شده است. عبدل و همکاران (۱) گزارش دادند که محلول پاشی با سالیسیلیک اسید در گیاه ریحان و مرزنگوش سبب افزایش وزن تر ریشه می‌شود. سایکوسل از جمله مواد کند کننده رشد می‌باشد که با کنترل رشد رویشی گیاهان از طریق کاهش میزان فتوسنتز برگ‌ها و همچنین کاهش تقسیمات و بزرگ شدن سلولی باعث کوتاه شدن ساقه و زیباتر شدن گل گیاه می‌گردد (۲۷). حجتی و همکاران (۱۳) با بکارگیری سایکوسل بر روی گل کوب کوهی دوره گلدهی و میزان کلروفیل برگ‌ها را نسبت به شاهد به طور معنی‌دار افزایش داد. اثرات متقابل سالیسیلیک اسید و سایکوسل در تحقیقات متعددی توسط الخاساونه و همکاران (۳) بر روی زنبق سیاه و کارلوویک و همکاران (۱۵) بر روی گل داوودی و تایاما و همکاران (۳۱) بر روی شمعدانی گویای اهمیت این تنظیم کننده‌های رشد گیاهی در تحقیقات می‌باشد. حجتی و همکاران (۱۳) با مصرف ۳۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول به همراه ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل در گل کوب کوهی باعث افزایش وزن تر ریشه شدند. فلتچر و کرک (۸) هم با افزایش غلظت سایکوسل تا سطح ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش وزن خشک ریشه در گیاه جو شدند. هدف از انجام این پژوهش دستیابی به بهترین غلظت کندکننده‌های رشد سالیسیلیک اسید و سایکوسل در جهت بهبود بخشیدن به خصوصیات کمی و کیفی کلم زینتی بویژه در فصول سرد در فضای سبز می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۹ در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر انجام شد. تعداد ۸۰ عدد نشاء

محتوی نسبی آب در سطح ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر مشاهده شد. طبق مقایسه میانگین (جدول ۲) مصرف سایکوسل بر اکثر صفات رویشی تأثیر معنی دار داشت.

(۲) بالاترین درصد نشت الکترولیت، تعداد برگ، وزن خشک ریشه و برگ و وزن تر برگ در سطح ۲۰۰ میلی گرم در لیتر مشاهده شد. بیشترین ارتفاع گیاه، میزان آنتوسیانین، مقاومت به سرما و وزن تر ریشه در تیمار شاهد بدست آمد. بالاترین میزان کلروفیل و درصد

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف سایکوسل و سالیسیلیک اسید بر صفات اندازه‌گیری شده کلم زینتی رقم بنفش

Table 1- ANOVA of the effects of CCC and Salisilic acid concentration on measured traits of *Brassica oleracea* cv. Violet

میانگین مربعات Mean of squares												
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع گیاه Plant height	تعداد برگ Number of leaf	آنتوسیانین Anthocyanin content	مقاومت به سرما Cold resistance	نشت الکترولیت Electrolyte leakage	نسبی آب Relative water content	کلروفیل chlorophyll content	وزن تر fresh weight	وزن خشک Dry weight	وزن تر Root fresh weight	وزن خشک Root dry weight
Blok	329.8**	49.7 <sup>ns</sup>	33.5**	33.5**	5.2 <sup>ns</sup>	901 <sup>ns</sup>	249.3**	122.1 <sup>ns</sup>	0.32 <sup>#</sup>	22.9**	14.6 <sup>ns</sup>	2.5 <sup>ns</sup>
CCC	42.8*	96.5 <sup>ns</sup>	144.9**	144.9**	2.9 <sup>ns</sup>	1.4 <sup>ns</sup>	105.8*	1844.8**	0.06 <sup>ns</sup>	84.00**	67.2*	30.8**
SA	17.2**	76.5 <sup>ns</sup>	127.9**	127.9**	1.3 <sup>ns</sup>	1.8 <sup>ns</sup>	37.3 <sup>ns</sup>	1237.7**	0.04 <sup>ns</sup>	6.8 <sup>ns</sup>	223.4**	33**
× CCC SA	74.3**	97.9 <sup>ns</sup>	71.4**	71.4**	1.9 <sup>ns</sup>	4.8 <sup>ns</sup>	97.6**	896.7**	0.08 <sup>ns</sup>	28.1**	96.5**	18.53**
Error	14.4	2/117	2.23	2.23	1.5	3.1	27	52.4	0.07	3.7	18.1	4.4
(%)	12.02	20.5	29.3	29.3	39.6	1.9	7.7	7.6	16.6	5.3	21.5	37.2
C.V												

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر سایکوسل و سالیسیلیک اسید بر صفات ارزیابی شده کلم زینتی رقم بنفش

Table 2- The effect of CCC and SA treatment on traits of *Brassica oleracea* cv. Violet

ارتفاع گیاه Plant height (cm)	محتوای نسبی آب		وزن تر برگ leaf fresh weight (g/plant)	وزن خشک برگ leaf dry weight (g/plant)	وزن تر ریشه root fresh weight (g/plant)	وزن خشک ریشه root dry weight (g/plant)	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	مقاومت به سرما Cold resistance (???)	CCC × SA
	Relative water content (%)	chlorophyll content (mg/gfw)							
70a	111a	1.5a	33c	18.5b	4.5b	33.8a	16.3ab	2.6b	a <sub>1</sub> =0
67.6a	87c	1.5a	36.5b	20.6ab	4.3b	30.1b	20.4a	3.7a	a <sub>2</sub> =50
63.1b	83.5c	1.6a	36.4b	17.4b	4.7b	29.9b	12b	3ab	a <sub>3</sub> =100
68.3a	79.9b	1.5a	39.4a	22.7b	8a	32.5a	17.1c	3ab	a <sub>4</sub> =150
65.6a	90c	1.5a	35.2b	23.9a	5.4b	33a	20.9a	3.3a	b <sub>1</sub> =0
67.7a	84.2c	1.6a	36.6b	14.2c	3.5c	31a	16.7ab	2.6a	b <sub>2</sub> =50
69.5a	107.7a	1.5a	35.8b	18.7b	6.3ab	30.7a	13.4b	3.2a	b <sub>3</sub> =100
66.1a	97.5b	1.6a	36.8b	22.4a	7.3a	31.4a	14.9b	3.1a	b <sub>4</sub> =200

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشترکند، از نظر آماری نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بین آنها است

The means of treatments with the same letters has not significant differences statistically

میزان وزن تر برگ در سطح ۱۰۰ میلی گرم دیده شد (جدول ۲). طبق جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) مصرف سایکوسل بر اکثر صفات رویشی تأثیر معنی دار نداشت.

### اثر متقابل سایکوسل و سالیسیلیک اسید

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) بکارگیری سایکوسل و سالیسیلیک اسید تأثیر معنی دار در سطح یک درصد بر ارتفاع گیاه، آنتوسیانین، محتوای نسبی آب، کلروفیل، وزن خشک برگ و وزن تر و خشک ریشه داشته و بر سایر صفات ارزیابی شده تأثیر معنی دار نداشت. طبق جدول مقایسه میانگین (جدول ۴) بیشترین تأثیر بر نشت الکترولیت مربوط به سطوح بالای تیمارها و

### اثر اصلی سایکوسل

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) بکارگیری سایکوسل تأثیر معنی داری در سطح یک درصد بر میزان آنتوسیانین، کلروفیل و وزن خشک برگ داشت در صورتی که بر صفات ارتفاع گیاه، محتوای نسبی آب و وزن تر ریشه در سطح پنج درصد معنی دار بود و تأثیر این تیمار بر بقیه صفات معنی دار نبود. طبق مقایسه میانگین (جدول ۲) بیشترین وزن خشک برگ، وزن تر و خشک ریشه و بالاترین درصد نشت الکترولیت در تیمار ۱۵۰ میلی گرم در لیتر و بیشترین ارتفاع گیاه، بالاترین درصد محتوای نسبی آب و کلروفیل در تیمار شاهد مشاهده گردید. بیشترین تعداد برگ، میزان آنتوسیانین و مقاومت به سرما در سطح ۵۰ میلی گرم در لیتر سایکوسل و بیشترین

مرتبط مثل فتوستنتز خالص، تعرق، کلروفیل برگ‌گی شد و با کاهش مصرف سالیسیلیک اسید مقادیر آنها نیز کاهش پیدا کرد.

### آنتوسیانین

نتایج آزمایش نشان داد که سایکوسل و سالیسیلیک اسید و ترکیب سایکوسل و سالیسیلیک اسید بر میزان آنتوسیانین گیاه تأثیر معنی‌داری داشته است، از دیدگاه فیزیولوژیکی، آنتوسیانین در دمای پایین در گیاه تشکیل می‌شود، لذا در کلم زینتی با توجه به تأثیر سایکوسل و بویژه سالیسیلیک اسید بر کاهش تنفس (۳ و ۱۲) و در نتیجه مقاوم شدن گیاه به دمای پایین (۲۰) آنتوسیانین بیشتری نسبت به شاهد تشکیل شده است. همچنین نتایج بدست آمده صدیقی و همکاران (۲) مبنی بر کاربرد سالیسیلیک اسید و اسید جیبرلیک در افزایش میزان آنتوسیانین در میوه گیلاس رقم مشهد تأیید بر این یافته می‌باشد. بنابراین رنگدانه آنتوسیانین در گل‌ها، میوه‌ها، فلس‌های جوانه، برگ‌ها و ساقه گیاهان تحت تأثیر دمای پایین (۲۰)، شدت نور و تجمع قندها در بافت‌ها می‌باشد (۲۲).

### میزان کلروفیل

نتایج نشان داد که سایکوسل و سالیسیلیک اسید و ترکیب سایکوسل با سالیسیلیک اسید تأثیر معنی‌داری بر میزان کلروفیل داشته است. در این رابطه، سمینوک و همکاران (۲۴) با بکارگیری سایکوسل در شمعدانی، شانکس (۲۶) با بکارگیری سایکوسل در ختمی چینی و روسینی پینتو و همکاران (۲۷) با محلول پاشی سایکوسل در گل آهار رقم لی لی پوت میزان کلروفیل برگ‌های را افزایش دادند. همچنین سالیسیلیک اسید در فتوستنتز کل و فرآیندهای فیزیولوژیکی بیوشیمیایی مرتبط با آن نقش مهمی داشته (۱۵، ۲۰ و ۲۶) و فریدالدین و همکاران (۷) با مصرف سالیسیلیک اسید در گیاه خردل موجب افزایش میزان کلروفیل نسبت به شاهد شدند.

### وزن خشک برگ

نتایج نشان داد که سایکوسل به تنهایی و ترکیب سایکوسل با سالیسیلیک اسید تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک برگ داشته، ولی سالیسیلیک اسید به تنهایی تأثیر معنی‌داری نداشت. در این ارتباط گای و همکاران (۹) نیز در گزارش خود به اثر مثبت کاربرد سایکوسل در افزایش وزن خشک اندام هوایی کلم اشاره کرده‌اند. همچنین این نتایج با یافته‌های صیادامین و همکاران (۲۲) در کلم زینتی، فلتچر و کرک (۸) در گیاه جو و عبدی و همکاران (۲) در گل جعفری مطابقت دارد.

کمتری تأثیر مربوط به تیمار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید و در محتوای نسبی آب بیشترین تأثیر مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید و کمترین تأثیر مربوط به تیمار شاهد بود. همچنین بیشترین میزان کلروفیل از سالیسیلیک اسید ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر و کمترین آن از تیمار سایکوسل ۵۰ و سالیسیلیک اسید ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد. بیشترین ارتفاع گیاه در تیمار شاهد و کمترین آن از تیمار سایکوسل ۵۰ و سالیسیلیک اسید ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد. بیشترین میزان آنتوسیانین مربوط به تیمار سایکوسل ۵۰ و سالیسیلیک اسید ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و کمترین میزان آنتوسیانین مربوط به تیمار سایکوسل ۱۰۰ و سالیسیلیک اسید ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود. در وزن تر و خشک برگ و ریشه نیز بهترین تیمار مربوط به سطوح بالای سایکوسل و سالیسیلیک اسید بوده است.

### بحث

#### رشد رویشی

نتایج این تحقیق نشان داد که محلولپاشی جداگانه سایکوسل و سالیسیلیک اسید و تأثیر متقابل این ترکیبات بر ارتفاع گیاه تأثیر معنی‌دار داشت. نتایج این تحقیق با یافته‌های صیادامین و مبللی (۲۲) که با استفاده از سایکوسل و پاکلوبوترازول در کلم زینتی گیاهی با ساقه کوتاه و زیبا بدست آوردند، عبدی و همکاران (۲) که با مصرف کندکننده رشد و سالیسیلیک اسید در گل جعفری، راسینی و همکاران (۲۰) با استفاده از پاکلوبوترازول و سایکوسل در گل آهار، استارمن و ویلیامز (۲۷) با کاربرد پاکلوبوترازول و سایکوسل در گل آهار و جنکز و همکاران (۱۴) بر روی گل رز که موجب کوتاه شدن ساقه و افزایش تراکم گل‌ها شدند، کاملاً مطابقت دارد. همچنین آرتکا (۵) گزارش کرد یکی از روش‌های جلوگیری از طویل شدن ساقه استفاده از کندکننده‌های رشد نظیر پاکلوبوترازول از گروه تریازول‌ها و سایکوسل از گروه آنیم‌ها می‌باشند. ماگنیتسکی و همکاران (۱۸) اعلام کرد کندکننده‌های رشد با جلوگیری از سنتز جیبرلین منجر به کاهش طول میان‌گره سطح برگ و کاهش رشد می‌شود.

#### محتوای نسبی آب

نتایج آزمایش نشان داد که سایکوسل و اثر متقابل سایکوسل و سالیسیلیک اسید بر محتوای نسبی آب تأثیر معنی‌داری نداشته ولی سالیسیلیک اسید به تنهایی تأثیر معنی‌داری نداشت، که شاید علت معنی‌دار نشدن محتوای نسبی آب در این آزمایش استفاده از سطوح کم سالیسیلیک اسید و یا مدت زمان تیمار پایین بوده است. نتایج حاصل با یافته‌های ارتکا (۵) که نشان داد، مصرف سالیسیلیک اسید در گیاهان موجب افزایش مقدار نسبی آب و سایر صفات فیزیولوژیکی

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سایکوسل × سالیسیلیک اسید بر صفات ارزیابی شده کلم زینتی رقم بنفش

Table 3- Means comparison of CCC × SA interaction on traits of *Brassica oleracea* cv. Violet.

محتوای نسبی	وزن خشک		وزن تر ریشه		ارتفاع گیاه		نشت الکترولیت		CCC
آب	کلروفیل	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	Plant height	آنتوسیانین	Electrolyte leakage	SA ×
Relative water content (%)	Chlorophyll content (mg/gfw)	Leaf fresh weight (g/plant)	Leaf dry weight (g/plant)	Root fresh weight (g/plant)	Root dry weight (g/plant)	(cm)	Anthocyanin content	(%)	
58.8d	101.5cd	1.6ab	33.3e	23.9abc	5.0bc	39.6a	23.8abc	94.2abc	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>
73.7ab	94.3def	1.5ab	34.0e	14.7def	3.6bc	30.7bc	13.9de	93.6bc	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>
75.0a	118.9ab	1.5ab	32.0e	11.6f	3.2bc	27.3cd	11.21de	93.8bc	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>
73.6ab	129.4a	1.4b	32.7e	24.0abc	6.1bc	37.5ab	16.2cde	94.8abc	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>
66.9abcd	108.5bc	1.6ab	33.3e	30.0a	6.5b	30.9bc	18.9bcd	95.0abc	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>
67.4abcd	62.9h	1.6ab	53.2de	12.4ef	3.5bc	33.4abc	29.5a	96.5ab	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>
68.7abc	108.4bc	1.4b	34.7e	18.5cdef	5.2bc	33.0abc	17.4bcde	97.4 <sup>a</sup> va	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>
67.4abcd	68.3h	1.4b	39.0bc	21.5bcd	6.3bc	22.0d	16.0cde	94.3abc	a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>
65.0abcd	67.2h	1.4ab	53.3e	20.5bcde	4.8bc	30.7bc	15.1cde	94.6abc	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>
61.6cd	72.1gh	1.6ab	33.7e	18.0cdef	4.4bc	32.2bc	8.6e	94.2abc	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>
61.6cd	106.5bcd	1.5ab	35.7cde	13.7def	۴/۳bc	29.1cd	9.5de	92.2c	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>
64.0bcd	88.0ef	1.9a	41.0ab	17.8cdef	5.3bc	27.4cd	14.8cde	96.0ab	a <sub>3</sub> b <sub>4</sub>
72.8ab	82.6fg	1.3b	38.7bcd	21.4bcd	5.2bc	30.8bc	25.9ab	95.1abc	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>
68.3abc	107.6bcd	1.7ab	43.3a	11.8f	2.3c	27.8cd	14.8cde	96.1ab	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>
72.8ab	97.2cde	1.5ab	41.0ab	31.1a	12.7a	33.3abc	15.3cde	95.2abc	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>
59.4cd	104.1cd	1.6ab	34.7e	26.7ab	11.7a	37.8ab	12.5de	96.8ab	a <sub>4</sub> b <sub>4</sub>

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشترکند، از نظر آماری نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بین آنها است  
The means of treatments with the same letters has not significant differences statistically

مصرف سایکوسل در کلم زینتی موجب افزایش وزن تر و در نتیجه افزایش وزن خشک ریشه شدند هم با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

### نتیجه گیری کلی

مصرف سایکوسل و سالیسیلیک اسید بصورت محلولپاشی در کلم زینتی به عنوان کند کننده های رشد باعث بهبود فاکتورهای موفوفیزیولوژیکی گردید، بنابراین جهت افزایش ویژگی های کمی و کیفی گل کلم زینتی تیمارهای سالیسیلیک اسید با غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر و سایکوسل با غلظت ۱۵۰ میلی گرم در لیتر پیشنهاد می شود.

### وزن تر ریشه و خشک ریشه

نتایج نشان داد که بکارگیری سایکوسل و سالیسیلیک اسید به تنهایی و هم در ترکیب با هم تأثیر معنی داری بر وزن تر و خشک ریشه داشت، دلیل آن بیشتر بخاطر نقش سالیسیلیک اسید در حفظ تورژسانس سلولی در مقابل تنش (۹) و کاهش تنفس سلولی در بافت ها (۳ و ۱۲) و نیز نقش محافظتی سالیسیلیک اسید (۶)، همچنین به نقش سایکوسل در کاهش رشد و افزایش مقاومت دیواره سلولی در گیاه (۱۲ و ۱۱) بر می گردد. بطوری که یافته های عبدل و همکاران (۱) در محلول پاشی با سالیسیلیک اسید در گیاه ریحان و مرزنگوش و حجتی و همکاران (۲۲) در بکارگیری پاکلوبوترازول در گل کوب کوهی با این نتایج مطابقت دارد. همچنین فلتچر و کرک (۸) با مصرف سایکوسل در گیاه جو، عبدی و همکاران (۲) با کاربرد سالیسیلیک اسید در گل جعفری و صیادامین و همکاران (۲۲) با

- 1- Abdel L., and Gharib F. 2006. Effect of salicylic acid on the growth and metabolic activities Biol. Oil content of basil and marjoram, International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 4: 485-492.
- 2- Abdi G., Hedayat M., and Asghari N. 2009. The effect of different concentrations of salicylic acid on the growth and flowering *Tagetes patula*, Iranian Horticultural Science Congress. University of Guilan.
- 3- AL-Khassawneh N.M., Karam N.S., and Shibli R.A. 2006. Growth and flowering of black iris (*Iris nigricans* Dinsm.) following treatment with plant growth regulators, Sci. Hort, 107:187-193.
- 4- Arnon D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*, Plant Physiology, 24:1-15.
- 5- Arteca R.N. 1996. Plant Growth Substances: Principles and Applications, Chapman and Hall. Boca Raton, USA.
- 6- Bariola P.A., Macintosh G.C., and Green P.J. 1999. Regulation of s-like ribonuclease levels in Arabidopsis. Antisense inhibition of RNS1 or RNS2 elevates anthocyanin accumulation, Plant Physiol, 199:331-342.
- 7- Fariduddin Q., Hayat S., and Ahmad A. 2003. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, Carboxylation deficiency, nitrate reductase activity and seed yield in Brassica Juncea, Photosynthesis, 41: 281-284.
- 8- Fletcher R.A., Gilley A., Sankhla N., and Davis T.D. 2000. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. Horticultural Reviews, 24: 55-138.
- 9- Ghai N., Setiva R. C., and Setia, N. 2002. Effect of Paclobutrazol and Salicylic acid on chlorophyll content, yield activity and yield components in *Brassica napus* L. (cv. GSL-1), Phytomorphol, 52: 83-87.
- 10- Han T., Wang Y., Li L., and Ge X. 2003. Effect of exogenous salicylic acid on postharvest physiology of peaches. Acta Horticulturae. 628, XXVI International Horticultural Congress: Issues and Advances in Postharvest Horticulture.
- 11- Hayat S., Ali B., and Ahmad A. 2007. Salicylic acid: Biosynthesis, Metabolism and physiological Role in plant, Salicylic Acid-A Plant Hormone, M chapter, 1: 1-14.
- 12- Herrera-Tuz R. 2004. Reguladores de crecimiento XXI. Efecto del ácido salicílico en la productividad de papaya maradol (*Carica papaya* L.), Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario, Conkal, Yucatan, Mexico.
- 13- Hojati M.N., Etemadi B., and Baninasab D. 2010. Paclobutrazol and CCC on growth and flowering *Rudbeckia spp*, Journal of Horticultural Science (Agricultural Science and Technology), 24: 122-127.
- 14- Jenks M. A., Anderson L., Teusink R., Sand M., and Williams H. 2001. Leaf cuticular waxes of potted rose cultivars as affected by plant development, drought and paclobutrazole treatment, Plant Physiol, 112: 62-70.
- 15- Karlovic K., Vrsek I., Sindrak Z., and Zidovec V. 2004. Influence of growth regulators on the height and number of inflorescence shoots in the chrysanthemum cultivar Revert, Agriculturae Conspectus Scientificus, 69: 63-66.
- 16- Korkmaz A. 2005. Inclusion of Acetyl Salicylic Acid and Methyl Jasmonate in to the Priming Solution Improves Low-temperature Germination and Emergence Of Sweet Pepper, Hort Science, 40 (1).
- 17- Lise A., Michelle H., and Serek M. 2004. Reduced water availability improves drought tolerance of potted miniature roses: Is the ethylene pathway involved, Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 99: 4. 95-105.
- 18- Magnitskiy S.V., Pasian C.C., Bennett M.A., and Metzger J.D. 2006. Controlling plug height of verbena, celosia, and pansy by treating seeds with paclobutrazol, Hort Science, 41: 158-161.
- 19- Mortazavi, S.N. 2011. Study of different concentrations of salicylic acid on the growth and quality of the grass Poa (Poa). First National Congress of science and new technologies Agriculture, University of Zanzan.
- 20- Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants, Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 43: 439-463.
- 21- Rossini Pinto A.E., Deleo Rodrigues T.D.J., Leite I.e., and Barbosa I.C. 2005. Growth retardants on development and ornamental quality of potted Liliput *Zinnia elegans* Jacq, Scientia Agricola, 62:337-345.
- 22- Sayadamin, P. and Mobli, M. 2009. Study on the control of concentrations and the growth of stem height and other growth characteristics of ornamental cabbage, Congress of Horticultural Sciences, University of Guilan.
- 23- Sedighei, A., Gholami, M., Sarikhani, H., Ershadi, A. and Ahmadi, A. 2009. Effects of salicylic acid and gibberellic acid on arrival time, anthocyanin and ethylene production Mashhad cherry fruit varieties. Iranian Horticultural Science Congress. University of Guilan.
- 24- Semeniuk P., and Taylor R. 1970. Effects of growth retardants on growth of geranium seedling and flowering, HortScience, 5: 393-39.
- 25- Shakirova F.M., Sakhabutdinova A.R., Brzukova M.V., Fatkhutdinova R.A., and Fatkhutdinova D.R. 2003.

- Change in the hormonal status of wheat seedlings Induced by salicylic acid and salinity, *Plant Science*, 146: 317-322.
- 26- Shanks J.B. 1972. Chemical control of growth and flowering in hibiscus, *Hort Science*, 7: 574.
- 27- Starman T.W., and Williams M. S. 2000. Growth retardants affect growth and flowering of scaevola, *Hort Science*, 35: 36-38.
- 28- Tayama H.K., and Carver S.A. 1990. Zonal geranium growth and flowering responses to six growth regulators, *Hort Science*, 25: 82-83.

Archive of SID