نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵، ص. ۵۹۶-۵۹۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 30, No. 4, Winter 2017, P. 590-596
ISSN: 2008 - 4730

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

سید نجم الدین مرتضوی[1*]- فاطمه خدابندلو[2]- محمد حسین عظیمی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۷/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۱۸

چکیده

کلم زینتی گیاهی دو ساله از خانواده کلم ها 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 سالسیلیک اسید با چهار سطح (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ میلی‌گرم 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 سالسیلیک 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 میلی‌گرم در لیتر سالیسلیک اسید و غلظت۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل که بهترین تیمار در این آزمایش بود، توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسید سالسیلیک، سایکوسل، کلم زینتی، مرفوفیزیولوژیکی

مقدمه

کلم زینتی با نام علمی *Brassica oleraceae* L. متعلق به خانواده کلم‌ها،[4] گیاهی دو ساله و به خاطر برگ‌های زیبا دارای ارزش زینتی بویژه در فصوی سرد سال بخاطر مقاومت آن به سرما می باشد، 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[5] 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) 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 کننده ای 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 طیق کاهش تفس 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 دمای پایین در طول دوره رشد می‌شود (۱۴). عبدی و

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

همکاران (۲) با مصرف کندکننده‌های رشد و سالیسیلیک اسیدبر روی گل جعفری نتیجه گرفتند که استفاده از این ترکیبات باعث کوتاه شدن ساقه و افزایش اندازه گل ها 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 متراکم تر کنند ولی بر تعداد گره ها 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 ۱۰۰۰میلی‌گرم 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 کوکب 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 کوکب 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 ابهر انجام شد. تعداد ۸۰ عدد نشاء یکنواخت گل کلم زینتی رقم بنفش[1] تهیه و پس از رسیدن به مرحله ۵ ـ ۴ برگی به گلدان‌های ۱۰تا ۱۵ سانتی‌متری انتقال و سپس بعد از گذراندن یک دوره رشد کوتاه مدت به زمین اصلی (بستر) در خاک لومی با فاصله۳۰ سانتی‌متر از هم منتقل شدند. اعمال تیمارهای سالیسیلیک اسید و سایکوسل در دو نوبت و بصورت محلول پاشی بر روی برگهای کلم ها 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 کلم ها و استقرار پیدا کردن آن ها در زمین، انجام گرفت. آزمایش از نوع فاکتوریل با دو فاکتور سایکوسل (CCC) با سطوح (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی گرم در لیتر) و سالیسیلیک اسید (SA) با سطوح (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم 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 ($RWC = (Wf - Wd)/(Wt - Wd) \times ۱۰۰$) انجام شد.

درصد نشت الکترولیت (EL) به روش لیس و همکاران (۱۷) اندازه‌گیری و از طریق رابطه ($EL = (EC2-EC1)/EC2 \times ۱۰۰$) محاسبه شد. برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل نیز از روش ارائه شده توسط آرنون (۴) و با استفاد از دستگاه اسپکتروفتومتری 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 ۵۳۰nm و ۶۵۷ nm در دستگاه اسپکتروفتومتری 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

1- *Brassica oleracea*

۲) بالاترین درصد نشت الکترولیت، تعداد برگ، وزن خشک ریشه و برگ و وزن تر برگ در سطح ۲۰۰ میلی‌گرم 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 محتوی نسبی آب در سطح ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر مشاهده شد. طبق مقایسه میانگین (جدول ۲) مصرف سایکوسل بر اکثر صفات رویشی تأثیر معنی‌دار داشت.

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 concentrationson measured traits of *Brassica oleracea* cv. Violet

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares										
		ارتفاع گیاه Plant height	تعداد برگ Number of leaf	آنتوسیانین Anthocyanin content	مقاومت به سرما Cold resistance	نشت الکترولیت Electrolyte leakage	محتوای نسبی آب Relative water content	کلروفیل chlorophyll content	وزن تر fresh weight	وزن خشک Dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن تر ریشه Root fresh weight
Blok	329.8**	49.7^{ns}	33.5**	33.5**	5.2^{ns}	901^{ns}	249.3**	122.1^{ns}	0.32*	22.9**	2.5^{ns}	14.6^{ns}
CCC	42.8*	96.5^{ns}	144.9**	144.9**	2.9^{ns}	1.4^{ns}	105.8*	1844.8**	0.06^{ns}	84.00**	30.8**	67.2*
SA	17.2**	76.5^{ns}	127.9**	127.9**	1.3^{ns}	1.8^{ns}	37.3^{ns}	1237.7**	0.04^{ns}	6.8^{ns}	33**	223.4**
× CCC SA	74.3**	97.9^{ns}	71.4**	71.4**	1.9^{ns}	4.8^{ns}	97.6**	896.7**	0.08^{ns}	28.1**	18.53**	96.5**
Error	14.4	2/117	2.23	2.33	1.5	3.1	27	52.4	0.07	3.7	4.4	18.1
(%) C.V	12.02	20.5	29.3	29.3	39.6	1.9	7.7	7.6	16.6	5.3	37.2	21.5

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

CCC × SA	مقاومت به سرما Cold resistance (???)	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	وزن خشک ریشه root dry weight (g/plant)	وزن تر ریشه root fresh weight (g/plant)	وزن خشک برگ leaf dry weight (g/plant)	وزن تر برگ leaf fresh weight (g/plant)	کلروفیل chlorophyll content (mg/gfw)	محتوای نسبی آب Relative water content (%)	ارتفاع گیاه Plant height (cm)
a_1=0	2.6b	16.3ab	33.8a	4.5b	18.5b	33c	1.5a	111a	70a
a_2=50	3.7a	20.4a	30.1b	4.3b	20.6ab	36.5b	1.5a	87c	67.6a
a_3=100	3ab	12b	29.9b	4.7b	17.4b	36.4b	1.6a	83.5c	63.1b
a_4=150	3ab	17.1c	32.5a	8a	22.7b	39.4a	1.5a	79.9b	68.3a
b_1=0	3.3a	20.9a	33a	5.4b	23.9a	35.2b	1.5a	90c	65.6a
b_2=50	2.6a	16.7ab	31a	3.5c	14.2c	36.6b	1.6a	84.2c	67.7a
b_3=100	3.2a	13.4b	30.7a	6.3ab	18.7b	35.8b	1.5a	107.7a	69.5a
b_4=200	3.1a	14.9b	31.4a	7.3a	22.4a	36.8b	1.6a	97.5b	66.1a

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

اثر اصلی سایکوسل

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) بکارگیری سایکوسل تاثیر معنی‌داری 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 تاثیر 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 میلی‌گرم 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 سطح۵۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل و بیشترین میزان وزن تر برگ در سطح ۱۰۰میلی‌گرم دیده شد (جدول ۲). طبق جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) مصرف سایکوسل بر اکثر صفات رویشی تأثیر معنی‌دار نداشت.

اثر متقابل سایکوسل و سالیسیلیک اسید

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) بکارگیری سایکوسل و سالیسیلیک اسید تاثیر معنی‌دار 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 تاثیر معنی دار نداشت. طبق جدول مقایسه میانگین (جدول ۴) بیشترین تاثیر بر نشت الکترولیت مربوط به سطوح بالای تیمارها و

کمتری تاثیر مربوط به تیمار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید و در محتوای نسبی آب بیشترین تاثیر مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید و کمترین تاثیر مربوط به تیمار شاهد بود. همچنین بیشترین میزان کلروفیل از سالیسیلیک اسید ۲۰۰ میلی گرم در لیتر و کمترین آن از تیمار سایکوسل ۵۰ و سالیسیلیک اسید ۵۰ میلی گرم در لیتر بدست آمد. بیشترین ارتفاع گیاه در تیمار شاهد و کمترین آن از تیمار سایکوسل ۵۰ و سالیسیلیک اسید ۲۰۰ میلی گرم در لیتر حاصل شد. بیشترین میزان آنتوسیانین مربوط به تیمار سایکوسل ۵۰ و سالیسیلیک اسید۵۰ میلی گرم در لیتر و کمترین میزان آنتوسیانین مربوط به تیمار سایکوسل ۱۰۰ و سالیسیلیک اسید ۵۰ میلی گرم 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 تاثیر متقابل این ترکیبات بر ارتفاع گیاه تأثیر معنی‌دار داشت. نتایج این تحقیق با یافته های صیاد امین و مبلی (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 گل ها شدند، کاملا مطابقت دارد. همچنین آرتکا (۵) گزارش کرد یکی از روش‌های جلوگیری از طویل شدن ساقه استفاده از کندکننده‌های رشد نظیر پاکلوبوترازول از گروه تریازول ها و سایکوسل از گروه آنیم ها می باشند. ماگنیتسکی و همکاران (۱۸) اعلام کرد کندکننده‌های رشد با جلوگیری از سنتز جیبرلین منجر به کاهش طول میان گره سطح برگ و کاهش رشد می شود.

محتوای نسبی آب

نتایج آزمایش نشان داد که سایکوسل و اثر متقابل سایکوسل و سالیسیلیک اسید بر محتوی نسبی آب تأثیر معنی دار داشته ولی سالیسیلیک اسید به تنهایی تاثیر معنی‌دار نداشته، 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 مرتبط مثل فتوسنتز خالص، تعرق، کلروفیل برگی 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 می شود، لذا درکلم زینتی با توجه به تاثیر 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 تائید بر این یافته می باشد. بنابراین رنگدانه آنتوسیانین در گل‌ها، میوه‌ها، فلس‌های جوانه، برگ‌ها و ساقه گیاهان تحت تاثیر دمای پایین (۲۰)، شدت نور و تجمع قندها در بافت ها 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، سمنیوک 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 فتوسنتز کل و فرآیندهای فیزیولوژیکی بیوشیمیائی 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 معنی دار بر وزن خشک برگ داشته، ولی سالیسیلیک اسید به تنهایی تأثیر معنی‌دار 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 کرده اند. همچنین این نتایج با یافته های صیادامین و همکاران (۲۲) در کلم زینتی، فلتچر و کرک (۸) در گیاه جو و عبدی و همکاران (۲) در گل جعفری مطابقت دارد.

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 triats of *Brassica oleracea* cv. Violet.

CCC × SA	نشت الکترولیت Electrolyte leakage (%)	آنتوسیانین Anthocyanin content	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g/plant)	وزن تر ریشه Root fresh weight (g/plant)	وزن خشک برگ Leaf dry weight (g/plant)	وزن تر برگ Leaf fresh weight (g/plant)	کلروفیل Chlorophyll content (mg/gfw)	محتوای نسبی آب Relative water content (%)
a_1b_1	94.2abc	23.8abc	39.6a	5.0bc	23.9abc	33.3e	1.6ab	101.5cd	58.8d
a_1b_2	93.6bc	13.9de	30.7bc	3.6bc	14.7def	34.0e	1.5ab	94.3def	73.7ab
a_1b_3	93.8bc	11.21de	27.3cd	3.2bc	11.6f	32.0e	1.5ab	118.9ab	75.0a
a_1b_4	94.8abc	16.2cde	37.5ab	6.1bc	24.0abc	32.7e	1.4b	129.4a	73.6ab
a_2b_1	95.0abc	18.9bcd	30.9bc	6.5b	30.0a	33.3e	1.6ab	108.5bc	66.9abcd
a_2b_2	96.5ab	29.5a	33.4abc	3.5bc	12.4ef	53.2de	1.6ab	62.9h	67.4abcd
a_2b_3	۹۷.۴۹a	17.4bcde	33.0abc	5.2bc	18.5cdef	34.7e	1.4b	108.4bc	68.7abc
a_2b_4	94.3abc	16.0cde	22.0d	6.3bc	21.5bcd	39.0bc	1.4b	68.3h	67.4abcd
a_3b_1	94.6abc	15.1cde	30.7bc	4.8bc	20.5bcde	53.3e	1.4ab	67.2h	65.0abcd
a_3b_2	94.2abc	8.6e	32.2bc	4.4bc	18.0cdef	33.7e	1.6ab	72.1gh	61.6cd
a_3b_3	92.2c	9.5de	29.1cd	۴/۳bc	13.7def	35.7cde	1.5ab	106.5bcd	61.6cd
a_3b_4	96.0ab	14.8cde	27.4cd	5.3bc	17.8cdef	41.0ab	1.9a	88.0ef	64.0bcd
a_4b_1	95.1abc	25.9ab	30.8bc	5.2bc	21.4bcd	38.7bcd	1.3b	82.6fg	72.8ab
a_4b_2	96.1ab	14.8cde	27.8cd	2.3c	11.8f	43.3a	1.7ab	107.6bcd	68.3abc
a_4b_3	95.2abc	15.3cde	33.3abc	12.7a	31.1a	41.0ab	1.5ab	97.2cde	72.8ab
a_4b_4	96.8ab	12.5de	37.8ab	11.7a	26.7ab	34.7e	1.6ab	104.1cd	59.4cd

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

وزن تر ریشه و خشک ریشه

نتایج نشان داد که بکارگیری سایکوسل و سالیسیلیک اسید به تنهایی و هم در ترکیب با هم تأثیر معنی‌داری 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 بافت‌ها (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 یافته‌های 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 کوکب 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 مصرف سایکوسل در کلم زینتی موجب افزایش وزن تر و در نتیجه افزایش وزن خشک ریشه شدند هم با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

مصرف سایکوسل و سالیسیلیک اسید بصورت محلولپاشی در کلم زینتی به عنوان کند کننده‌های رشد باعث بهبود فاکتورهای موفوفیزیولوژیکی گردید، بنابراین جهت افزایش ویژگی‌های کمی و کیفی گل کلم زینتی تیمارهای سالیسلیک اسید با غلظت۲۰۰ میلی گرم در لیتر و سایکوسل با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر پیشنهاد می‌شود.

منابع

1- Abdel L., and Gharib F. 2006. Effect of salicylic asid 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 photosy- nthetic rate, Carboxylation defficiency, nitrat reductase activity and seed yield in Brassica Juncea, Photosynthetic a, 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 chlorophil content, hill activity and yield components in *Brassica napus* L. (cv. GSL-l), Phytomorphol, 52: 83-87.
10- Han T., Wang Y., Li L., and Ge X. 2003. Effect of exogenous salicylic Acid on posthar-vest 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 cide: Biosynthesis, V\ Metabolism and physiological Role in plant, Salicylic Acid-A Plant Hormone, M chapter, 1: 1-14.
12- Herrera-Tuz R. 2004. Reguladors de crecimiento XXI. Efectode acido salicilico en li productivided de papaya maradol (*Carica papaya* L.), Tesis de Licein ciatura.lnstituto Tecnologico 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 wanes of potted rose cultivars as affected by plant development, drought and pac1obutrazole 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 tolerane 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 Zanjan.
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 seedlinga and flowering, HortScience, 5: 393-39.
25- Shakirova F.M., Sakhabutdinova A.R., Brzukova M.V., Fatkhutdinova R.A., and Fatkhutdinava D.R. 2003.

Change in the hormonal status of wheat seedlings Induced by salicylic acidand 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.