

تأثیر روش مصرف سایکوسل بر رشد و گلدهی آزالیا رقم ژاپونیکا قرمز (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red)

سپیده تقی پور جیردهی^۱ و معظم حسن پور اصیل^{۲*}

۱ و ۲. دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۲۰ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۱۵)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر روش مصرف سایکوسل بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل آزالیا رقم ژاپونیکا قرمز، دو آزمایش مجزا هر کدام به صورت طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار انجام شد. به این منظور، سایکوسل با دو روش محلول پاشی بوته‌ها با غلظت‌های صفر (شاهد)، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و از طریق ریشه با غلظت‌های صفر (شاهد)، ۷۵۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر استفاده شد. نتایج نشان داد که با روش محلول پاشی برگ، در غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل بیشترین تعداد گل (۲۱/۳۳ عدد)، تعداد شاخه (۱۳/۴ عدد)، کلروفیل کل (۳۴ میکروگرم بر گرم وزن تر) و آنتوسیانین (۱۶/۲۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مشاهده شد. در روش تیمار از طریق ریشه نیز کاربرد ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل، موجب افزایش تعداد گل (۱۶/۶۶ عدد)، تعداد شاخه (۸/۷ عدد)، کلروفیل کل (۴۹ میکروگرم بر گرم وزن تر) و آنتوسیانین (۱۶/۱۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) گردید. حداکثر زمان باز شدن گل‌های آزالیا در تیمار محلول پاشی با مصرف ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل طی ۱۸۳ روز به دست آمد، در حالی که در روش تیمار از طریق ریشه با مصرف ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل طی ۲۱۰ روز اتفاق افتاد. به طور کلی در روش محلول پاشی با غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل در مقایسه با روش تیمار از طریق ریشه گیاه، شاخص مطلوب پاکوتاهی جهت افزایش بازار پستی گیاه آزالیا مناسب تر بود.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، باز شدن گل، تعداد گل، تعداد برگ، کلروفیل.

The effect of cycocel consumption method on the growth and flowering of azalea (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red)

Sepideh Taghipur Jirdehi¹ and Moazzam Hassanpour Asil^{2*}

1, 2. M. Sc. Student and Professor, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
(Received: Mar. 10, 2020 - Accepted: Sept. 06, 2021)

ABSTRACT

In order to investigate the effect of cycocel consumption on some morphological and physiological traits of azalea cultivar Japonica red, two separate experiments as a completely randomized design with five treatments and three replications were conducted. For this purpose, cycocel with two methods of foliar spraying of plants with concentrations of zero (control), 1000, 2000, 3000 and 4000 mg / l and soaking the root area with concentrations of zero (control), 750, 1500, 2000 and 2500 mg / l was used. The results showed that by foliar application, at a concentration of 4000 mg / l cycocel, the highest number of flowers (21.33), number of branches (13.4), total chlorophyll (34 µg/g FW) and anthocyanin (16.29 mg / g FW) was observed. In root soaking method, application of 2500 mg / l of cycocel increases the number of flowers (16.66), number of branches (8.7), total chlorophyll (49 µg/g FW) and anthocyanin (16.12 mg / g FW). The maximum time of flower opening of azalea was achieved in foliar application at 1000 mg / l cycocel in 182 days, while in the root soaking method at 2500 mg / l cycocel occurred in 210 days. Overall, in the foliar application method with a concentration of 4000 mg/l cycocel in comparison to the root soaking method, the optimal dwarfism index is more suitable to increase the marketability of azalea.

Keywords: Anthocyanin, chlorophyll, flower opening time, number of leaf, number of flowers.

* Corresponding author E-mail: hassanpurm@guilan.ac.ir

مقدمه

آزالیا با نام علمی *Rhododendron simsii* متعلق به تیره Ericaceae می‌باشد که به چند دسته زود گل، بین گل و دیر گل تقسیم می‌شوند (Ghasemi Ghahssareh, 2005). یکی از جنبه‌های زینتی مهم در آزالیا تنوع بالای رنگ گل‌های آن است که در گونه‌های مختلف با رنگ‌های بسیار متفاوت دیده می‌شود از جمله رنگ‌های آن سفید، زرد، صورتی، قرمز، قرمز تیره و بنفش می‌باشد و ارزش تولیدی آزالیا به تولید و باز شدن همزمان گل‌ها می‌باشد (Liu et al., 2016). این گیاه از حدود یک قرن پیش در کشور آمریکا کشت می‌شد و به علت کندی رشد و هزینه‌های زیاد تولید، به گیاهانی با قیمت بالا تبدیل شده است (Brickell, 1995). تمامی گونه‌های این خانواده، خاک‌هایی با pH کم و اشباع از هوموس، که سبب افزایش دسترسی گیاه به آهن می‌شود را ترجیح می‌دهند (Larson, 1985). آزالیا فاقد گل آذین اختصاصی می‌باشد به همین دلیل گل‌های آن به صورت چتر یا خوشه‌ای از جوانه گل‌ها نمود پیدا می‌کنند (Kogel, 1994).

یکی از مسائل مهم در آزالیا طول شاخه‌ها و تراکم گل‌ها می‌باشد. به همین دلیل برای کنترل فاصله میان-گره‌ها و افزایش تعداد جوانه‌های گل از تنظیم کننده‌های رشد از جمله پآکلوپوترازول و سایکوسل استفاده می‌شود. از جمله اثرات این تنظیم کننده‌ها می‌توان به تسریع در گل‌انگیزی در شرایط روز کوتاه و نیز افزایش تعداد گل اشاره کرد (Dole & Wilkins, 1999). گیاهان با دوره رشد رویشی کوتاه‌تر با استفاده از تنظیم کننده‌های رشد مجبور به گلدهی می‌شوند (Christiaens et al., 2010). این ترکیبات اگرچه بیش‌تر به جهت کنترل ارتفاع گیاهان زینتی به کار برده می‌شوند، اما ممکن است تعداد شاخه‌های جانبی را نیز افزایش داده و یا از رشد شاخه‌های رویشی که در زیر گل توسعه می‌یابند جلوگیری کرده و در نتیجه آن گل‌آذین بزرگ‌تر شود. همچنین این ترکیبات می‌توانند منجر به افزایش رنگ سبز برگ‌ها و میزان کلروفیل، افزایش رنگدانه‌های زرد در گل‌ها و افزایش ریشه‌دهی قلمه‌ها در گیاهان شوند (Karlovic et al., 2004). در بین مواد کندکننده رشد گیاهی که مورد استفاده قرار می‌گیرند، عمومی‌ترین آن‌ها ترکیباتی

هستند که از بیوسنتز جیبرلین جلوگیری به عمل می‌آورند (Rademacher, 2015; Shekari et al., 2005). میزان تاثیر تنظیم کننده‌های رشد بستگی به زمان و روش به کار بردن، غلظت، نوع جنس و گونه و اندام هدف گیاه مورد نظر دارد (Kazemi et al., 2014). در حال حاضر حدود ۴۰ نوع تنظیم کننده رشد به صورت مجزا یا ترکیبی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Rademacher, 2015). کاربرد خارجی تنظیم کننده‌ها سبب بهبود بخشیدن صفاتی می‌شود که از نظر اقتصادی و بازار پسندی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند (Sajjad et al., 2017). سایکوسل (cycocel) با نام عمومی کلرمکوات، ماده‌ای همانند کولین (Choline) می‌باشد که از متابولیسم جیبرلین جلوگیری کرده و به عنوان ترکیب ضد جیبرلین نیز شناخته شده است. این ماده تقسیم و طولی شدن سلول در بافت‌های گیاهی را کند کرده و ارتفاع گیاه را کنترل می‌کند (Radmacher, 2015). از ویژگی سایکوسل‌ها این است که می‌توانند سبب باز و بسته شدن روزنه‌ها شوند بدون آن‌که تاثیری روی میزان تنفس گیاه داشته باشند که در نتیجه این امر سبب کاهش حساسیت به خشکی و سرمازدگی می‌شود (Davis et al., 1988). سایکوسل یک بازدارنده جیبرلین و تنظیم کننده‌ی رشد برای گیاهان زینتی فضای آزاد است که سبب افزایش زیبایی گیاهان تولید شده و همچنین افزایش ماندگاری آن‌ها در طول دوره پس از برداشت و حمل و نقل می‌شود. گیاهان تیمار شده با سایکوسل، گیاهانی فشرده‌تر با میان گره‌های کوتاه‌تر و ساقه‌های قطورتر و برگ‌های سبزتر هستند (Bhat et al., 2011). با توجه به موارد ذکر شده، دستیابی به روش‌هایی که ضمن کاهش ارتفاع گیاه، کیفیت گل را در حد مطلوب نگه دارد لازم و ضروری است. نتایج یک تحقیق روی گل آهار نشان داد کاربرد سایکوسل که در غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به صورت محلول‌پاشی انجام شد توانست، در غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش دوره گلدهی، کاهش ارتفاع گیاه و میزان کلروفیل کل شود (Taherpazir & Hashemabadi, 2016). نتایج تحقیق دیگری نشان داد که استفاده از سایکوسل به صورت محلول‌پاشی در گل همیشه بهار منجر به افزایش تعداد گل، کاهش ارتفاع

خاک، آب و گیاه بابل مورد آنالیز شیمیایی قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۱ آورده شده است. سایکوسل مورد استفاده در این آزمایش از شرکت Sigma-Aldrich ژاپن با خلوص ۹۸٪ تهیه گردید. در این آزمایش از دو روش تیمار به صورت مجزا استفاده شد که شامل سه دوره محلول پاشی برگ و تیمار از طریق ریشه بود. هر کدام از این دو روش، شامل ۵ غلظت سایکوسل بود. در روش محلول پاشی برگ، غلظت‌ها شامل صفر، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و در روش تیمار از طریق ریشه غلظت‌ها شامل صفر، ۷۵۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. قلمه‌های ریشه‌دار شده که در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند اولین بار در اوایل خرداد ماه و دومین بار در اواسط مرداد هرس شدند (Christiaens *et al.*, 2015). حدود ۴ ماه پس از کشت قلمه‌ها و با ظهور اولین نشانه‌های رشد جوانه‌ها، تیمار سایکوسل انجام شد (Christiaens *et al.*, 2015). محلول پاشی با استفاده از سمپاش تلمبه‌ای دستی انجام شد و تیمار خاکی از طریق ریشه نیز با استفاده از آبپاش دستی صورت گرفت (Grossi *et al.*, 2005). در روش خاکی که محلول به بستر خاکی اضافه شد، به هر گلدان ۱۵۰ سی سی محلول سایکوسل افزوده شد به گونه‌ای که هیچ هرزآبی از زیر گلدان خارج نشود. در روش محلول پاشی نیز ۱۳۰۰ میلی لیتر به ۹ گلدان داده شد، یعنی به هر گلدان حدود ۱۴۴ سی سی اضافه گردید. بعد از شروع غنچه‌دهی یعنی ماه آبان، نمونه‌برداری‌ها آغاز شد. صفات اندازه‌گیری شده در این پژوهش عبارت بودند از ارتفاع گیاه که به وسیله خط‌کش بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. زمان غنچه‌دهی و زمان باز شدن گل و همچنین تعداد برگ، تعداد شاخه و تعداد گل تا پایان دوره کشت شمارش و ثبت شد (Shoa Kazemi *et al.*, 2014). محتوای کلروفیل کل برگ با روش Arnon (1949) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل PG Instruments Ltd. T80+ کشور انگلیس) اندازه‌گیری شد. میزان آنتوسیانین گلبرگ از روش اختلاف جذب در pHهای مختلف با استفاده از روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد (Rapisarda *et al.*, 2000).

در پایان آزمایش، تجزیه داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (۹/۱) و مقایسه میانگین

گیاه نسبت به گیاه شاهد و افزایش کاروتنوئید و دوره گلدهی شد (Kazemi *et al.*, 2014). کاهش ارتفاع گیاه داوودی (Karlovic *et al.*, 2004) و گل جعفری (Rajyalakshmi & Rajasekhar., 2014) در اثر محلول پاشی با سایکوسل گزارش گردید. با توجه به مطالب ارائه شده و اهمیت نقش سایکوسل به عنوان یکی از عوامل تعدیل کننده رشد گیاهی، هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف سایکوسل بر برخی صفات رویشی گیاه آزالیا بود تا بتوان گیاهانی با ارتفاع کوتاه‌تر، گل‌های بیشتر و بازپسندی مناسب‌تر تولید کرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از فروردین ۱۳۹۷ تا فروردین ۱۳۹۸ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه گیلان در قالب طرح کاملاً تصادفی در دو آزمایش مجزا هر یک شامل پنج تیمار و برای هر تیمار سه تکرار و در هر تکرار چهار گلدان در نظر گرفته شد. در این پژوهش قلمه‌های ریشه‌دار شده آزالیا رقم ژاپونیکای قرمز، از تولید کننده معتبر تهیه شد و به گلخانه تحقیقاتی منتقل شدند. قلمه‌های ریشه‌دار یکنواخت و بدون هر گونه بیماری، در گلدان‌هایی با قطر دهانه ۱۷ سانتی‌متر کاشته شدند. پیش از پر کردن گلدان‌ها، در آغاز گلدان‌های خالی وزن شدند و همگی گلدان‌ها با میزان برابری از بستر کشت حاوی خاکبرگ سوزنی برگان، پیت ماس و پرلیت به نسبت حجمی ۵:۲:۱ پر شدند و سپس به کشت قلمه‌های ریشه دار اقدام گردید (Christiaens *et al.*, 2010). پس از استقرار قلمه‌ها در بستر مورد نظر، گلدان‌ها به داخل گلخانه با متوسط دمای روزانه و دمای شبانه به ترتیب ۱۸ و ۱۳ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۰-۶۰ درصد منتقل شدند. در طول دوره پرورش گیاهان در گلخانه، برای حفظ دما در دامنه ۱۶ تا ۱۸ درجه سلیسیوس از شوفاژ در هوای سرد و کولر در هوای گرم استفاده شد (Abbasi *et al.*, 2018). برای حفظ رطوبت نسبی در دامنه ۷۰ تا ۸۰ درصد از دستگاه تهویه در شرایط رطوبت نسبی بالا و آبپاشی کف سالن در شرایط رطوبت نسبی پایین استفاده شد (Mashahiri & Hassanpour Asil, 2016). پیش از کاشت قلمه‌ها نمونه مخلوط بستر در آزمایشگاه تخصصی

شاهد و غلظت‌های ۷۵۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنی‌داری از نظر زمان غنچه‌دهی مشاهده نشد. یکی از کارهای حائز اهمیت در تولید گیاهان زینتی، به تاخیر انداختن گلدهی یا به عبارت دیگر کند نمودن روند گلدهی در این گیاهان است. به گونه‌ای که زمان گلدهی و عرضه به بازار را مدیریت نمود و منافع اقتصادی تولید کننده را دنبال کرد. کندکننده‌های رشد در بسیاری از گونه‌های زینتی به- عنوان بازدارنده‌های بیوسنتز جیبرلین عمل می‌کنند و به این طریق بر فرآیند گلدهی اثر می‌گذارند (Pharis & King, 1985). همچنین به کارگیری غلظت‌های زیاد کندکننده‌های رشد، می‌تواند موجب تاخیر در زمان گلدهی شود. بنابراین نوع تاثیر سایکوسل نیز تحت تاثیر گونه، غلظت و شیوه‌ی کاربرد قرار دارد. جیبرلین به علت نقشی که در تولید و تنظیم محرک‌های گلدهی دارد، موجب تسریع گلدهی می‌شود و از آنجایی که که سایکوسل بازدارنده‌ی سنتز جیبرلین است، زمان گلدهی به تاخیر افتاد (Taha, 2012). نتایج تحقیق دیگر نشان داد که، غلظت‌های ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل در گل همیشه‌بهار موجب تاخیر در زمان گلدهی شد (Azzazt et al., 2007). در پژوهشی که روی گیاهان زینق (Taha, 2012) و جعفری (Imran Khan et al., 2012) صورت گرفته بود نشان داده شد که، کاربرد سایکوسل موجب تاخیر در زمان گلدهی زینق و جعفری می‌شود. همچنین استفاده از سایکوسل به شیوه‌ی خیساندن، موجب تاخیر در زمان گلدهی در گیاه داوودی شد (Koriesh et al., 1989) که با نتایج این تحقیق هم راستا بود.

داده‌ها با استفاده از روش توکی استفاده شد و نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزار Excel (۲۰۱۰) رسم شد.

جدول ۱. نتایج آنالیز شیمیایی بستر مورد استفاده در آزمایش.

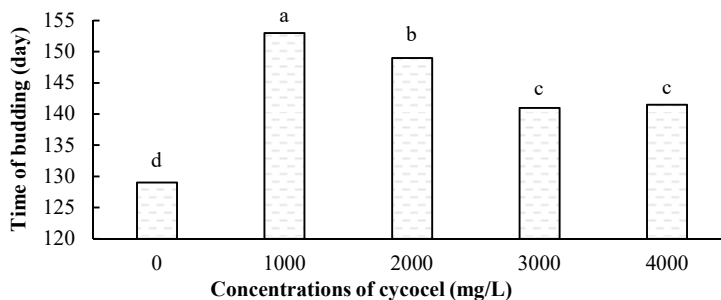
Table 1. Results of chemical analysis of substrate used in the experiment.

Characteristics	P (%)	K (%)	N (%)	EC (ds/m)	pH
Media	0.09	1.01	0.81	1.01	4.6

نتایج و بحث

زمان غنچه دهی

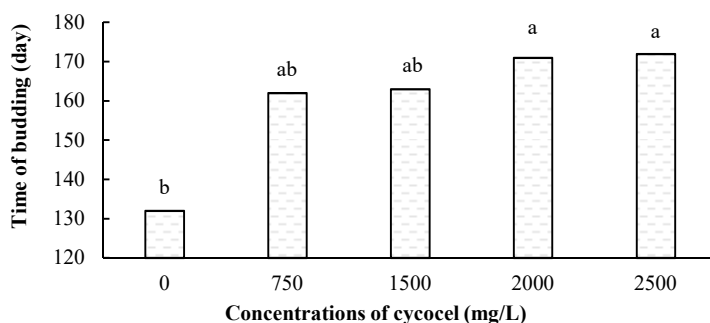
نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که در روش محلول‌پاشی برگ‌ی و روش تیمار از طریق ریشه گیاه (جدول ۳) اثر سایکوسل بر شاخص زمان غنچه‌دهی در گیاه آزالیا معنی‌دار ($P < 0.01$) شد. همچنین نمودار مقایسه میانگین نشان داد، در روش محلول‌پاشی برگ‌ی (شکل ۱) زودترین زمان غنچه‌دهی در گیاه آزالیا مربوط به شاهد با میانگین ۱۲۹ روز و دیرترین زمان غنچه‌دهی با میانگین ۱۵۳ روز در تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل مشاهده شد، همچنین بین غلظت‌های ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل تفاوت معنی‌داری از نظر زمان غنچه‌دهی مشاهده نشد. مقایسه میانگین اثر سایکوسل (شکل ۲) در روش تیمار از طریق ریشه، نشان داد که زودترین زمان غنچه‌دهی در گیاه آزالیا مربوط به شاهد با میانگین ۱۳۲ روز و دیرترین زمان غنچه‌دهی با میانگین ۱۷۲ روز در تیمار ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل مشاهده شد، به عبارت دیگر سایکوسل موجب تاخیر در زمان غنچه‌دهی شد اما بین گیاهان



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی سایکوسل بر زمان غنچه‌دهی در گل آزالیا رقم ژاپونیکا قرمز

(*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red)

Figure 1. Mean comparison effect of cycocel spraying on budding time of zalea (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر سایکوسل از طریق ریشه بر زمان غنچه‌دهی در گل آزالیا رقم ژاپونیکا قرمز (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

Figure 2. Mean comparison effect of cycocel root soaking on budding time of azalea (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

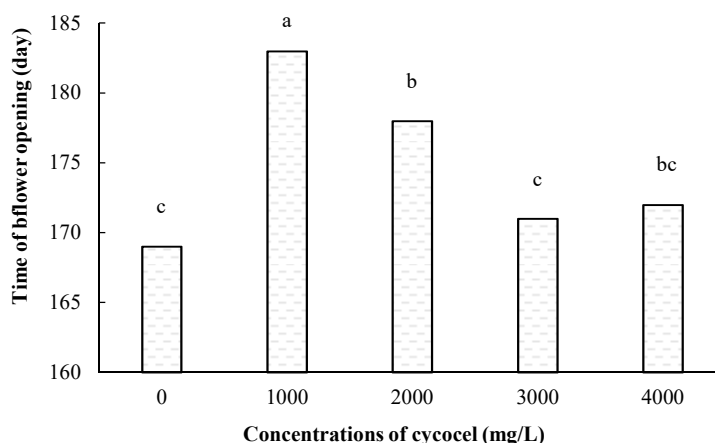
پژوهشی که بر روی گیاه داوودی انجام گرفت نشان داد که کاربرد سایکوسل با غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر موجب تاخیر در زمان باز شدن گل گردید (Kudmate *et al.*, 2016) که با نتایج بدست آمده از این تحقیق همخوانی دارد.

تعداد گل

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که در روش محلول‌پاشی برگ (جدول ۲) و روش تیمار از طریق ریشه گیاه (جدول ۳) اثر سایکوسل بر شاخص تعداد گل در گیاه آزالیا معنی‌دار ($P < 0.01$) شد. همچنین نمودار مقایسه میانگین نشان داد که در روش محلول‌پاشی برگ افزایش غلظت سایکوسل موجب افزایش تعداد گل در گیاه آزالیا نسبت به شاهد گردید، اما تنها غلظت‌های ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل اختلاف معنی‌داری با شاهد داشتند (شکل ۵). یافته‌های موجود در روش محلول‌پاشی برگ (شکل ۵) نشان داد که بیشترین تعداد گل در تیمار ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل با میانگین ۲۱/۳۳ عدد و کمترین تعداد آن با میانگین ۸/۶۶ عدد در شاهد مشاهده شد، که نسبت به تیمار بدون مصرف سایکوسل افزایش قابل ملاحظه‌ای نشان داد. نمودار مقایسه میانگین در روش تیمار از طریق ریشه (شکل ۶) نشان داد، بیشترین تعداد گل در تیمار ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل با میانگین ۱۶/۶۶ عدد و کمترین تعداد آن با میانگین ۱۰/۳۳ عدد در شاهد مشاهده شد، که نسبت به تیمار بدون مصرف سایکوسل حدود ۶۱/۲ درصد افزایش نشان داد.

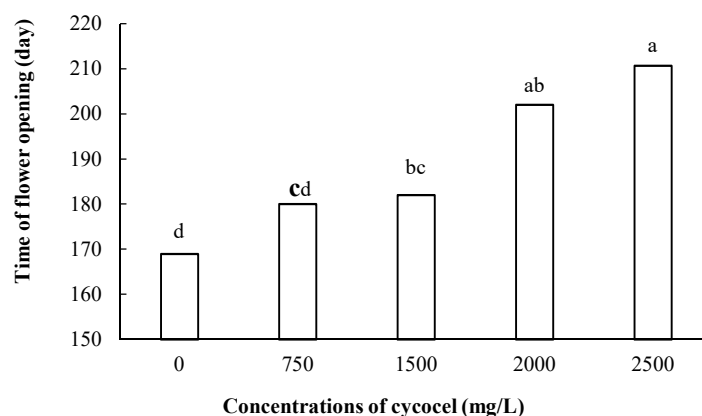
زمان باز شدن گل

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که در روش محلول‌پاشی برگ (جدول ۲) و روش تیمار از طریق ریشه گیاه (جدول ۳) اثر سایکوسل بر شاخص زمان باز شدن گل در گیاه آزالیا معنی‌دار ($P < 0.01$) شد. نمودار مقایسه میانگین در روش محلول‌پاشی برگ (شکل ۳) نشان داد که زودترین زمان باز شدن گل در گیاه آزالیا مربوط به شاهد با میانگین ۱۶۹ روز و دیرترین زمان باز شدن گل با میانگین ۱۸۳ روز در تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل بود، همچنین غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل نیز اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد داشت، اما بین گیاهان شاهد و غلظت‌های ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل تفاوت معنی‌داری از نظر زمان باز شدن گل مشاهده نشد. نتایج مقایسه میانگین اثر سایکوسل (شکل ۴) در روش تیمار از طریق ریشه نشان داد که سطوح ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل اختلاف معنی‌داری از نظر زمان باز شدن گل نسبت به گیاه شاهد داشتند. همچنین نتایج نشان داد که زودترین زمان باز شدن گل در گیاه آزالیا مربوط به شاهد با میانگین ۱۶۹ روز و دیرترین زمان باز شدن گل با میانگین ۲۱۰/۶۶ روز در تیمار ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل مشاهده شد، از طرفی دیگر بین غلظت‌های ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل تفاوت معنی‌داری از نظر زمان باز شدن گل مشاهده نشد. نتایج تحقیق قبلی نشان داد که میزان و روند تاثیر سایکوسل تحت تاثیر گونه، غلظت و شیوهی کاربرد قرار می‌گیرد (Azzaz *et al.*, 2007). در نتایج



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی سایکوسل بر زمان باز شدن گل در آزالیا رقم ژاپونیکا قرمز (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

Figure 3. Mean comparison effect of cycocel spraying on flower opening time of azalea (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

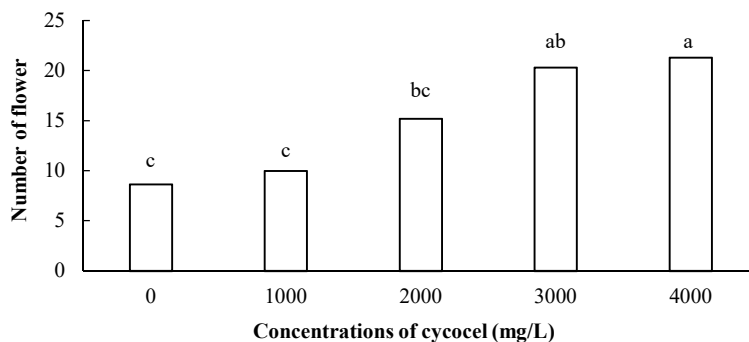


شکل ۴. مقایسه میانگین اثر سایکوسل از طریق ریشه بر زمان باز شدن گل در آزالیا رقم ژاپونیکا قرمز (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

Figure 4. Mean comparison effect of cycocel root soaking on flower opening time of zalea (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

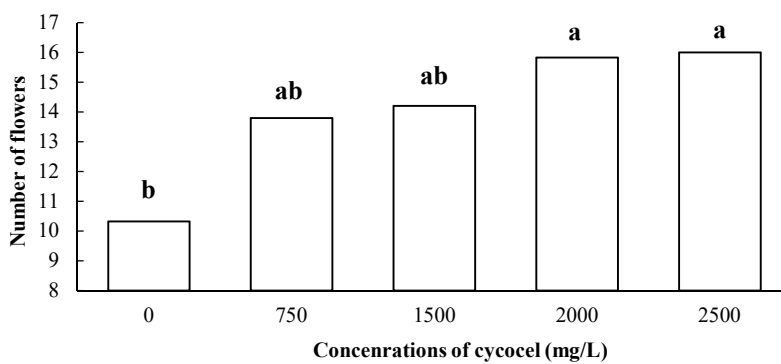
و شاه‌پسند درختی (Matsoukis & Chronopoulou, 1998) انجام گرفت نشان داده شد که مصرف سایکوسل سبب افزایش تعداد گل شد. در گیاه پیازی زنبق نیز تاثیر سایکوسل به صورت افزایش تعداد گل، اندازه و وزن پیازها و افزایش قطر ساقه‌ی گلدهنده گزارش شد (Taha, 2012). بنا بر پژوهش‌های ذکرشده، به نظر می‌رسد که غلظت‌های بیش‌تر از ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل به صورت محلول‌پاشی جهت افزایش تعداد گل نیاز است. نتایج حاصل از این پژوهش نیز مطالب فوق را تایید می‌کند.

کندکننده‌های رشد به عنوان بازدارنده‌های بیوسنتز جیبرلین در بسیاری از گونه‌های زینتی، بر فرآیند گلدهی تاثیر دارند، این اثر می‌تواند به صورت مستقیم از طریق تغییر در غلظت جیبرلین یا به صورت غیر مستقیم و از طریق کاهش رقابت بین اعضای رویشی و زایشی بر قندها و عناصر غذایی باشد (Hadizadeh *et al.*, 2010). تیمار سایکوسل در گل جعفری در غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر موجب افزایش تعداد و اندازه گل‌ها گردید (Imran *et al.*, 2012). در پژوهشی که روی گیاهان متعددی از جمله گل میخک (Iftikar *et al.*, 2007)



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر محلول پاشی سایکوسل بر تعداد گل در آزالیا رقم ژاپونیکا قرمز (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

Figure 5. Mean comparison effect of cycocel spraying on flower number of azalea (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).



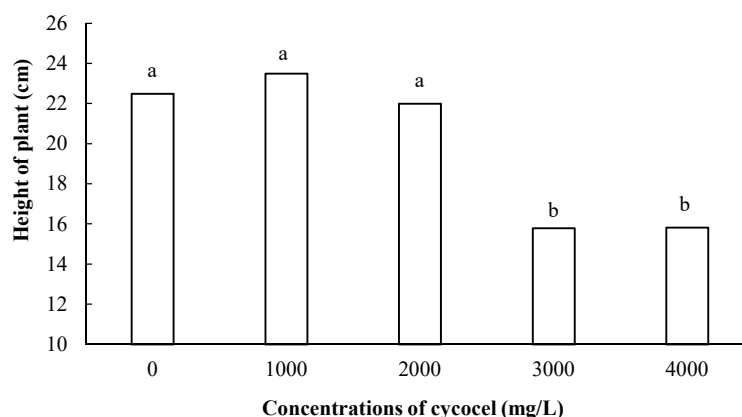
شکل ۶. مقایسه میانگین اثر سایکوسل از طریق ریشه بر تعداد گل در آزالیا رقم ژاپونیکا قرمز (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

Figure 6. Mean comparison effect of cycocel root soaking on flower number of azalea (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

سایکوسل، موجب کاهش ارتفاع گیاه نسبت به شاهد گردید، که نسبت به تیمار بدون مصرف سایکوسل ارتفاع حدود ۳۰ درصد کاهش نشان داد. همچنین نتایج نشان داد که در روش محلول پاشی برگ، بین دو تیمار ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی گرم در لیتر سایکوسل اختلاف آماری معنی داری وجود نداشت. اصلی ترین کاربرد کندکننده های رشد نظیر سایکوسل، کنترل ارتفاع گیاهان می باشد. از آنجایی که جیبرلین، سبب افزایش حجم سلول های گیاهی و تولید گیاهانی با میان گره های دراز می گردد، لذا استفاده از کندنده های رشد با هدف جلوگیری از بیوسنتز جیبرلین منجر به کاهش غلظت این مواد در گیاه می شود و به این طریق منجر به محدود شدن انبساط دیواره ی سلولی می گردد که این امر در نهایت از حجیم شدن سلول ها جلوگیری می کند (Shekari *et al.*, 2005).

ارتفاع گیاه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که در روش محلول پاشی برگ، اثر سایکوسل بر شاخص ارتفاع گیاه آزالیا معنی دار ($P < 0/01$) شد. با توجه به نمودار مقایسه میانگین در روش محلول پاشی برگ، تیمار سایکوسل با غلظت های ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی گرم در لیتر موجب کاهش ارتفاع گیاه نسبت به شاهد شد. نمودار مقایسه میانگین در روش محلول پاشی برگ (شکل ۷) نشان داد، بیشترین ارتفاع گیاه در تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر سایکوسل با میانگین ۲۳/۵۰ سانتی متر و کمترین ارتفاع گیاه با میانگین ۱۵/۸۳ سانتی متر در تیمار ۴۰۰۰ میلی گرم در لیتر سایکوسل مشاهده شد. با توجه به نتایج ارائه شده مشاهده شد که در روش محلول پاشی برگ، غلظت های ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی گرم در لیتر

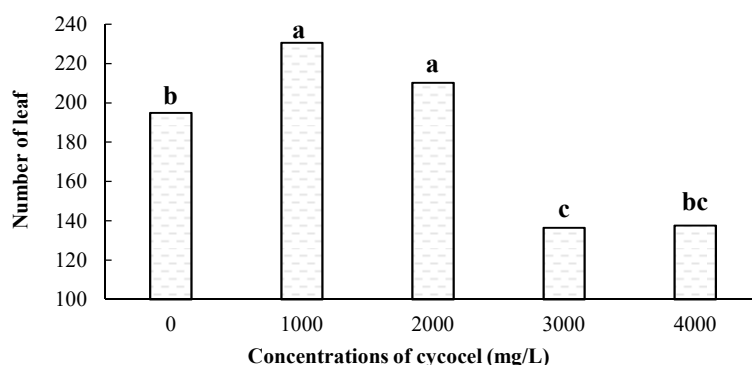


شکل ۷. مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی سایکوسل بر ارتفاع گیاه در گل آزالیا رقم ژاپونیکا قرمز (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).
Figure 7. Mean comparison effect of cycocel spraying on plant height of Azalea (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

تعداد برگ

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد که در روش محلول‌پاشی برگ، اثر سایکوسل بر شاخص تعداد برگ در گیاه آزالیا معنی‌دار ($P < 0.01$) شد. در روش تیمار از طریق ریشه گیاه (جدول ۳) افزایش غلظت سایکوسل، موجب افزایش تعداد برگ‌ها نسبت به شاهد نشد. با توجه به نمودار مقایسه میانگین (شکل ۸) در روش محلول‌پاشی برگ، مشاهده شد که بیشترین تعداد برگ در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل با میانگین ۲۳۰/۶۶ عدد و کمترین تعداد آن با میانگین ۱۳۶/۶ عدد مربوط به تیمار ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل بود که با تیمار ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنی‌داری نداشت. به عبارتی دیگر غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل موجب افزایش تعداد برگ نسبت به گیاه شاهد گردید، اما با افزایش غلظت سایکوسل تعداد برگ کاهش یافت. به‌طور کلی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که کندکننده‌های رشد گیاهی به‌صورت برون‌زاد، رشد و نمو گیاه را کند کرده و تا حد زیادی رشد زایشی گیاه را بهبود می‌بخشند (Tahir et al., 2002). در نتیجه کاهش رشد رویشی، ارتفاع گیاه نیز کم می‌شود و در نتیجه رشد کمتر، تعداد برگ تولیدی نیز کاهش می‌یابد (Lecain et al., 1986). پژوهش روی زنبق نشان داد که در غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تعداد برگ کاهش یافت (Taha, 2012).

در نتیجه گیاهانی که با مواد کندکننده رشد تیمار می‌شوند گیاهانی با میان‌گره‌های کوتاه‌تر تولید می‌کنند (Nelson, 1998). کند کننده‌های رشد در صورتی که به‌صورت صحیح مورد استفاده قرار گیرند می‌توانند رشد را محدود کنند، بدون آن‌که اثرات جانبی بر روی گیاه برجای بگذارند (Magnitskiy et al., 2006). در پژوهش حاضر، استفاده از سایکوسل در غلظت‌های ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر موجب کاهش ارتفاع گیاه نسبت به شاهد گردید. در نتایج یکی از تحقیقات مشاهده شد که سایکوسل در کاهش ارتفاع داوودی مؤثر است. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که محلول‌پاشی گل داوودی با غلظت‌های ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل، گیاهان با ارتفاع کم‌تری را نشان داد، هرچند که بین این تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (Karlovic et al., 2004). همین‌طور در پژوهشی که روی گیاهان متعددی از جمله زنبق‌سیاه (Al-khassavneh et al., 2006) میخک (Iftikar et al., 2007) و گل‌جعفری (Rajyalakshmi & Rajasekhar, 2014) انجام گرفت نشان داده شد که با افزایش غلظت مصرف سایکوسل ارتفاع گیاه نسبت به شاهد کاهش یافتند. همچنین اثرات این کندکننده رشد در کاهش طول ساقه زنبق (Taha, 2012) نیز گزارش شده است. نتایج این محققین با نتایج حاضر همخوانی دارد.



شکل ۸. مقایسه میانگین اثر محلول پاشی سایکوسل بر تعداد برگ در گل آزالیا رقم ژاپونیکا قرمز (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

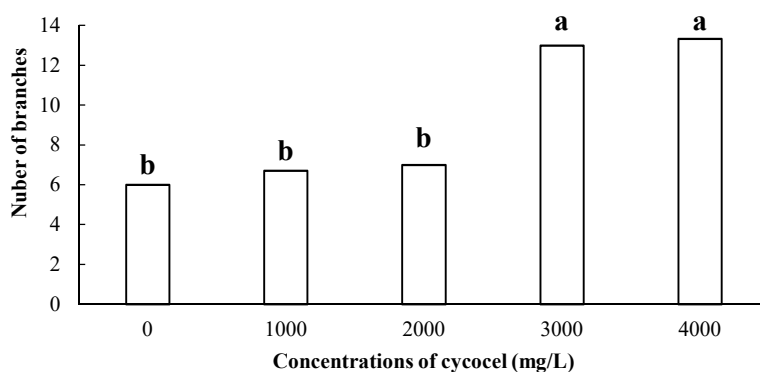
Figure 8. Mean comparison effect of cycocel spraying on leaf number of azalea (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

تعداد شاخه وجود نداشت. نتایج نمودار مقایسه میانگین اثر سایکوسل (شکل ۱۰) در روش تیمار از طریق ریشه، افزایش تعداد شاخه را در غلظت ۲۵۰۰ میلی گرم در لیتر سایکوسل و کاهش تعداد شاخه را در تیمار ۷۵۰ میلی گرم در لیتر نشان داد. غلظت ۲۵۰۰ میلی گرم در لیتر سایکوسل، موجب افزایش تعداد شاخه گیاه آزالیا شد (۸/۷ عدد) که نسبت به تیمار بدون مصرف سایکوسل (۶ عدد) حدود ۳۹ درصد افزایش نشان داد. نتایج تحقیقات گذشته نشان می دهد که کندکننده های رشد گیاهی سبب افزایش انشعابات شاخه می شوند (Karlovic *et al.*, 2004). به نظر می رسد که افزایش تعداد انشعاب در اثر مصرف سایکوسل به علت تاثیر آن بر میزان سیتوکینین باشد. در واقع سیتوکینین، غالبیت انتهایی را در بعضی گونه ها از بین برده و کاربرد آن روی جوانه های جانبی غیرفعال با تقسیم جدید سلولی در جوانه، سبب می شود که این جوانه ها با وجود جوانه های انتهایی شروع به رشد کنند (Lesani & Mojtahedi, 2005). استفاده از کندکننده های رشد گیاهی موجب تاخیر در رشد ساقه اصلی می شود، که این امر کاهش درخواست برای شیرهای پرورده و مواد غذایی برای رشد ساقه اصلی را به دنبال دارد. در نتیجه سبب فراهم ساختن سوبسترهای مازاد برای جوانه های جانبی خواهد شد بنابراین جوانه های جانبی از غالبیت انتهایی رهایی یافته و شروع به رشد و بلندتر شدن می کنند (Shekari *et al.*, 2005).

همچنین اثر سایکوسل روی عملکرد و خصوصیات زراعی گندم نیز کاهش تعداد برگ را با افزایش مصرف سایکوسل نشان داد (Vatandoost, 2015). نتایج پژوهش های دیگر نشان داد که سایکوسل تاثیری بر تولید برگ نداشته است. زیرا که تاثیر ترکیبات کندکننده رشد، مانند سایکوسل بر تولید برگ به غلظت این ترکیبات بستگی داشته و برخی پژوهش ها نشان دادند که افزایش مصرف سایکوسل منجر به کاهش تعداد برگ می شود (Davis *et al.*, 1991). نتایج حاصل از این پژوهش، مطالب فوق را تایید می کند.

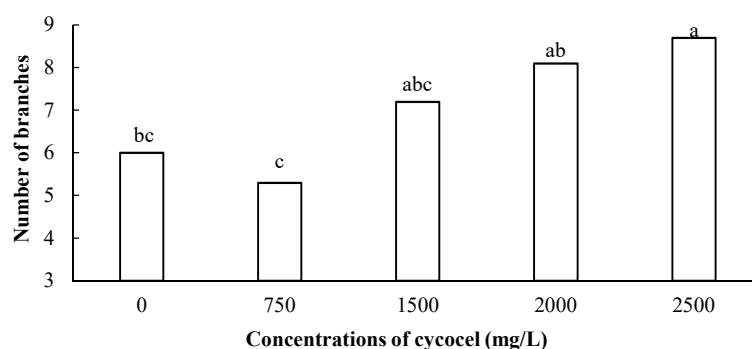
تعداد شاخه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که در روش محلول پاشی برگی (جدول ۲) و روش تیمار از طریق ریشه گیاه (جدول ۳) اثر سایکوسل بر شاخص تعداد شاخه در گیاه آزالیا معنی دار ($P < 0.01$) شد. نتایج نمودار مقایسه میانگین نشان می دهد که در روش محلول پاشی برگی افزایش غلظت سایکوسل در غلظت بالا موجب افزایش تعداد شاخه نسبت به شاهد گردید. با توجه به نتایج ارائه شده در (شکل ۹) مشاهده شد که در روش محلول پاشی برگی، غلظت ۴۰۰۰ میلی گرم در لیتر سایکوسل، موجب افزایش تعداد شاخه گیاه آزالیا با میانگین ۱۳/۳۳ عدد شد که نسبت به تیمار بدون مصرف سایکوسل افزایش ملاحظه ای نشان داد. همچنین بین دو تیمار ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی گرم در لیتر سایکوسل تفاوت معنی داری از نظر



شکل ۹. مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی سایکوسل بر تعداد شاخه در گل آزالیا رقم ژاپونیکا قرمز (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

Figure 9. Mean comparison effect of cycocel spraying on number of branches of azalea (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).



شکل ۱۰. مقایسه میانگین اثر سایکوسل از طریق ریشه بر تعداد شاخه در گل آزالیا رقم ژاپونیکا قرمز (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

Figure 10. Mean comparison effect of cycocel root soaking on number of branches in azalea (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

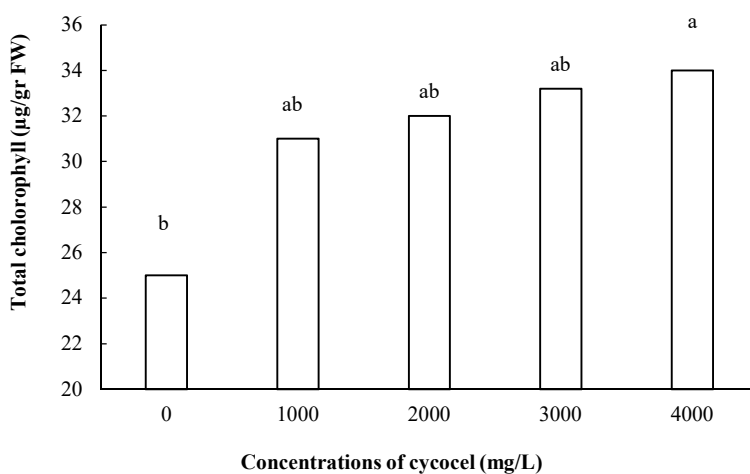
کلروفیل کل

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که در روش محلول‌پاشی برگ (جدول ۲) و روش تیمار از طریق ریشه گیاه (جدول ۳) اثر سایکوسل بر میزان کلروفیل کل در برگ گل آزالیا معنی‌دار ($P < 0.01$) شد. نمودار مقایسه میانگین نشان داد که در روش محلول‌پاشی برگ افزایش غلظت سایکوسل تا ۴۰۰۰ موجب افزایش میزان کلروفیل کل نسبت به شاهد گردید، به‌طوری‌که تیمار ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل (۳۴ میکروگرم بر گرم وزن تازه) تفاوت معنی‌داری با گیاهان شاهد داشت و نسبت به تیمار بدون مصرف سایکوسل حدود ۳۶ درصد افزایش نشان داد. بین تیمارهای ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیز تفاوت معنی‌داری از نظر افزایش کلروفیل کل دیده نشد (شکل ۱۱). با توجه

در نتایج پژوهشی که روی گیاه آهار انجام گرفت نشان داده شد که تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل سبب افزایش معنی‌دار تعداد انشعابات گیاه گردید (Hojati *et al.*, 2008). همچنین در نتایج پژوهشی دیگر که بر گل جعفری (Rajyalakshmi & Rajasekhar, 2014) انجام گرفت نشان داده شد که استفاده از سایکوسل منجر به افزایش تعداد شاخه‌های جانبی نسبت به شاهد شدند. غلظت مورد نیاز و نحوه کاربرد سایکوسل تحت تاثیر شرایط محیطی و بستر رشد نیز قرار می‌گیرد (Barrett & Nell, 1990). در پژوهش حاضر، هر دو روش محلول‌پاشی برگ و تیمار از طریق ریشه گیاه منجر به افزایش تعداد شاخه در گیاه آزالیا گردید، اما روش محلول‌پاشی برگ از اثرگذاری بهتری برخوردار بود. که نتایج دیگر محققین با نتایج حاضر همخوانی دارد.

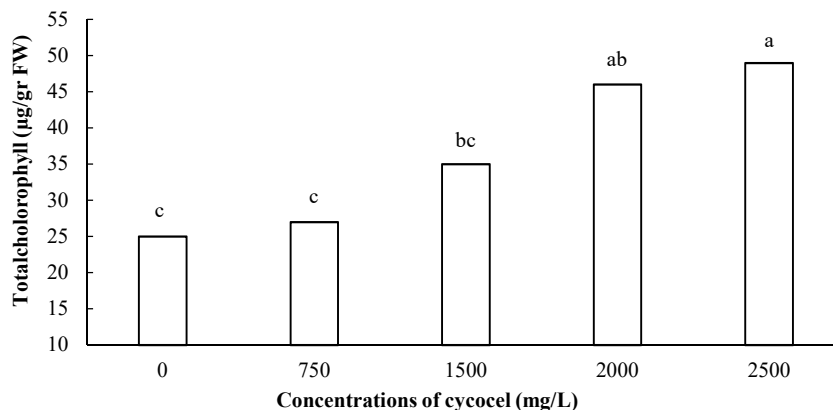
دانست (Kafi *et al.*, 2016). گیاهانی که با سایکوسل تیمار شده‌اند دارای برگ‌های سبز تیره‌تری نسبت به گیاهان شاهد می‌باشند. در بیشتر موارد رنگ تیره‌ی برگ با افزایش میزان کلروفیل همبستگی مثبت داشته است (Fathi & Ismailpour., 2010). همچنین در اکثر موارد استفاده از سایکوسل کاهش سطح برگ را به دنبال داشت، بنابراین موجب افزایش غلظت کلروفیل در واحد سطح شد (Mohsenzadeh *et al.*, 2003). نوع گیاه و کند کننده رشد نیز در تاثیر این ترکیبات در افزایش میزان کلروفیل برگ موثر می‌باشد. در نتایج پژوهشی که روی گل آهار رقم لی‌لی‌پوت انجام گرفت نشان داده شد که استفاده از سایکوسل تاثیر مثبتی در افزایش میزان کلروفیل داشته است (Rossini pinto *et al.*, 2005). همچنین در نتایج پژوهشی که روی گیاه زینتی *Encelia farinose* انجام شده بود نشان دادند که استفاده از سایکوسل موجب افزایش میزان کلروفیل شد، در این پژوهش غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل بیشترین میزان کلروفیل را نسبت به گیاه شاهد داشت (Hoda *et al.*, 2008). در پژوهشی دیگر که روی گل مارگاریت صورت گرفت نشان داده شد که، محلول‌پاشی سایکوسل موجب افزایش میزان کلروفیل در این گیاه شد (Ghatas, 2016). نتایج حاصل از این پژوهش‌ها، مطالب فوق را تایید می‌کند.

به نتایج نمودار مقایسه میانگین در روش تیمار از طریق ریشه گیاه (شکل ۱۲) مشاهده شد که افزایش غلظت‌های سایکوسل موجب افزایش میزان کلروفیل کل نسبت به شاهد شد. همینطور نتایج نشان داد که غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل موجب افزایش میزان کلروفیل کل گردید که نسبت به تیمار بدون مصرف سایکوسل حدود ۶۴ درصد افزایش نشان داد. همچنین بین دو تیمار ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل تفاوت معنی‌داری از نظر افزایش میزان کلروفیل کل وجود نداشت. در این روش حداقل میزان کلروفیل در شاهد به مقدار ۲۵ میکروگرم بر گرم وزن تازه و حداکثر مقدار آن ۴۹ میکروگرم بر گرم وزن تازه اندازه‌گیری شد. در پژوهش حاضر، کلروفیل کل در هر دو روش تحت تاثیر تیمار سایکوسل قرار گرفت. علت افزایش میزان کلروفیل می‌تواند به خاطر تاثیر کندکننده‌ی رشد در به تاخیر انداختن پیری برگ و همچنین ممانعت نمودن از تجزیه‌ی کلروفیل باشد (Fletcher & Arnold, 1986). همچنین سیتوکینین سنتز کلروفیل را تحریک می‌کند، در حقیقت سیتوکینین سنتز رنگیزه‌های فتوسنتزی و پروتئین‌ها را تنظیم می‌کند. بنابراین با توجه به نقش کندکننده‌ها در افزایش سیتوکینین، می‌توان تاثیر آن‌ها را در افزایش سنتز کلروفیل مربوط به افزایش سطح سیتوکینین



شکل ۱۱. مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی سایکوسل بر میزان کلروفیل کل در گل آزالیا رقم ژاپونیکا قرمز (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

Figure 11. Mean comparison effect of cycocel spraying on total chlorophyll content of azalea (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).



شکل ۱۲. مقایسه میانگین اثر سایکوسل از طریق ریشه بر میزان کلروفیل کل در گل آزالیا رقم ژاپونیکا قرمز (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

Figure 12. Mean comparison effect of cycocel root soaking on total chlorophyll content of azalea (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

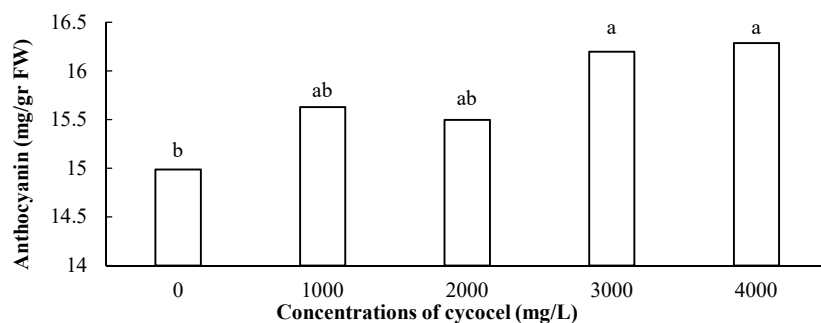
تیمار توت فرنگی با استفاده از سایکوسل سبب افزایش میزان آنتوسیانین شد (Thakur *et al.*, 1991)، که با نتایج حاضر همخوانی دارد.

همبستگی صفات

همبستگی بین صفات در روش محلول‌پاشی برگی به‌منظور بررسی رابطه بین سایکوسل با صفات بررسی شده در این پژوهش از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد (جدول ۴). با توجه به جدول همبستگی، بین برخی صفات همبستگی معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد. بالاترین همبستگی مثبت بین دو صفت زمان غنچه‌دهی و باز شدن گل‌ها ($r=0.91^{**}$) و بالاترین همبستگی منفی بین دو صفت ارتفاع گیاه و تعداد شاخه ($r=-0.91^{**}$) مشاهده شد (جدول ۴). ضریب همبستگی بین صفات نشان داد که ارتفاع گیاه با تعداد برگ ($r=0.77^{**}$)، زمان باز شدن گل با ارتفاع گیاه ($r=0.6^{**}$)؛ تعداد برگ با زمان غنچه‌دهی ($r=0.65^{**}$)، کلروفیل کل با تعداد شاخه ($r=0.85^{**}$)؛ تعداد شاخه با تعداد گل ($r=0.81^{**}$)؛ آنتوسیانین با تعداد شاخه ($r=0.81^{**}$)؛ تعداد گل با کلروفیل کل ($r=0.76^{**}$)؛ آنتوسیانین با تعداد گل ($r=0.74^{**}$)، زمان غنچه‌دهی با زمان باز شدن گل ($r=0.91^{**}$) و در نهایت کلروفیل کل با میزان آنتوسیانین ($r=0.59^{**}$) در سطح احتمال ۱ درصد همبستگی مثبت معنی‌داری دارد.

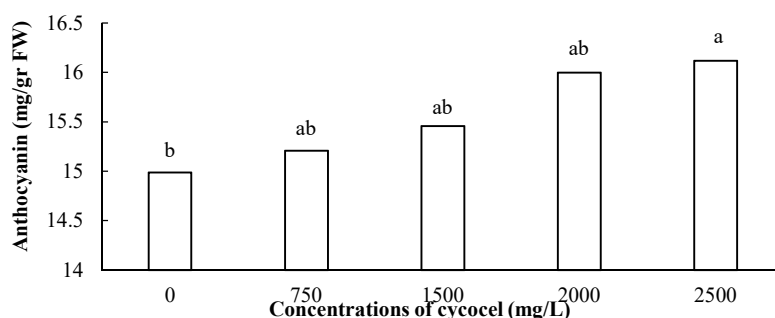
آنتوسیانین گلبرگ

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که در روش محلول‌پاشی برگی (جدول ۲) و روش تیمار از طریق ریشه گیاه (جدول ۳) اثر سایکوسل بر میزان آنتوسیانین گلبرگ در گل آزالیا معنی‌دار ($P<0/01$) شد. نمودار مقایسه میانگین نشان داد که در روش محلول‌پاشی برگی افزایش غلظت سایکوسل موجب افزایش میزان آنتوسیانین گلبرگ نسبت به شاهد گردید و غلظت‌های ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل تفاوت معنی‌داری با شاهد داشتند. به‌طوری که بیشترین میزان آنتوسیانین گلبرگ در تیمار ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل با میانگین ۱۶/۲۹ میلی‌گرم در گرم وزن تازه و کمترین میزان آن با میانگین ۱۴/۹۹ میلی‌گرم در گرم وزن تازه مربوط به شاهد بود (شکل ۱۳). با توجه به نتایج نمودار مقایسه میانگین در روش تیمار از طریق ریشه گیاه (شکل ۱۴) مشاهده شد که افزایش غلظت سایکوسل موجب افزایش میزان آنتوسیانین گلبرگ نسبت به شاهد شد و غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل با میانگین ۱۶/۱۲ میلی‌گرم در گرم وزن تازه تفاوت معنی‌داری با شاهد داشت. پژوهش تاثیر سایکوسل بر میزان رنگدانه آنتوسیانین در کلم زینتی نیز نشان دهنده افزایش میزان این شاخص با مصرف سایکوسل بوده است (Sayadamin & Mobli, 2009; Mortazavi *et al.*, 2017). در نتایج پژوهشی در گذشته نشان داد که



شکل ۱۳. مقایسه میانگین اثر محلول پاشی سایکوسل بر میزان آنتوسیانین گلبرگ در گل آزالیا رقم ژاپونیکا قرمز (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

Figure 13. Mean comparison effect of cycocel spraying on petal anthocyanin content of azalea (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).



شکل ۱۴. مقایسه میانگین اثر سایکوسل از طریق ریشه بر میزان آنتوسیانین گلبرگ آزالیا رقم ژاپونیکا قرمز (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

Figure 14. Mean comparison effect of cycocel root soaking on petal anthocyanin content of azalea (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر سایکوسل به روش محلول پاشی برگ بر برخی صفات آزالیا رقم ژاپونیکا قرمز (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

Table 2. Results of variance analysis effect of cycocel foliar application on some traits of azalea (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

Source of variation	df	Mean of squares							
		Time of budding	Time of flower opening	Number of flower	Height of plant	Number of leaf	Number of branches	Total chlorophyll	Anthocyanin
Cycocel	4	242.26**	115.76**	84.4**	36.43**	2276.93**	33.66**	69.10**	0.81**
Error	10	2.13	2.46	3.13	1.35	45.66	1.26	8.86	0.07
CV (%)	-	1.04	0.090	12.01	5.84	3.94	12.05	10.62	1.78

** و ns: به ترتیب تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و نبود تفاوت معنی دار.

** ns: Significantly difference at 1% probability level and non-significantly difference, respectively.

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس اثر سایکوسل از طریق ریشه گیاه بر برخی صفات آزالیا رقم ژاپونیکا قرمز (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

Table 3. Results of variance analysis effect of cycocel on root soaking on some traits of azalea (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red).

Source of variation	df	Mean of squares							
		Time of budding	Time of flower opening	Number of flower	Height of plant	Number of leaf	Number of branches	Total chlorophyll	Anthocyanin
Cycocel	4	739.01**	880.56**	18.56**	4.48 ^{ns}	1527.83 ^{ns}	8.73**	450.77**	0.087**
Error	10	50.33	18.93	2.26	1.80	527.26	0.86	17.24	0.09
CV (%)	-	4.55	2.25	11.34	7.22	16.38	14.54	12.40	2

** و ns: به ترتیب تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و نبود تفاوت معنی دار.

** ns: Significantly difference at 1% probability level and non-significantly difference, respectively.

همبستگی بین صفات در روش تیمار از طریق ریشه

جدول ۵، نتایج همبستگی صفات در تیمار سایکوسل با روش محلول‌پاشی برگ را نشان داده است. باتوجه به جدول همبستگی (جدول ۵)، بین برخی صفات همبستگی معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد مشاهده شد. بالاترین همبستگی مثبت بین دو صفت تعداد گل و زمان باز شدن گل‌ها ($r=0.89^{**}$) و بالاترین همبستگی منفی بین دو صفت تعداد برگ و کلروفیل کل ($r=-0.62^{**}$) مشاهده شد (جدول ۵). نتایج همبستگی صفات نشان داد که بین ارتفاع گیاه و تعداد برگ ($r=0.56^*$) همبستگی مثبت در سطح ۵ درصد مشاهده

شد. همچنین بین تعداد شاخه و تعداد گل ($r=0.68^{**}$)، زمان غنچه‌دهی با تعداد شاخه ($r=0.68^{**}$)، تعداد شاخه با زمان باز شدن گل ($r=0.85^{**}$)، تعداد شاخه با کلروفیل کل برگ ($r=0.81^{**}$)، تعداد گل با زمان غنچه‌دهی ($r=0.76^{**}$)، تعداد گل با زمان باز شدن گل ($r=0.89^{**}$)، تعداد گل با کلروفیل کل برگ ($r=0.77^{**}$)، بین زمان غنچه‌دهی با زمان باز شدن گل ($r=0.87^{**}$)، زمان غنچه‌دهی با کلروفیل کل برگ ($r=0.85^{**}$) و همچنین بین زمان باز شدن گل و کلروفیل کل ($r=0.87^{**}$) در سطح احتمال ۱ درصد همبستگی مثبت معنی‌داری مشاهده شد.

جدول ۴. ضرایب همبستگی برخی صفات اندازه‌گیری شده گیاه آزالیا رقم ژاپونیکا قرمز (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red) در شرایط مصرف سایکوسل با روش محلول‌پاشی برگ. ارتفاع گیاه (Y1)، تعداد برگ (Y2)، تعداد شاخه (Y3)، تعداد گل (Y4)، زمان غنچه‌دهی (Y5)، زمان باز شدن گل (Y6)، کلروفیل کل (Y7)، آنتوسیانین (Y8).

Table 4. Correlation coefficients of some measured traits of azalea plant under the conditions of cycocell application by foliar application. Plant height (Y1), number of leaf (Y2), number of branch (Y3), number of flower (Y4), flowering time (Y5), time of flower opening (Y6), total chlorophyll (Y7), anthocyanin (Y8).

صفات	۱Y	۲Y	۳Y	۴Y	۵Y	۶Y	۷Y	۸Y
۱Y	۱							
۲Y	۰/۷۷ ^{**}	۱						
۳Y	-۰/۹۱ ^{**}	-۰/۶۳ ^{**}	۱					
۴Y	-۰/۸۲ ^{**}	-۰/۶۷ ^{**}	۰/۸۵ ^{**}	۱				
۵Y	۰/۳۴	۰/۶۵ ^{**}	-۰/۱۰	-۰/۰۷	۱			
۶Y	۰/۶۰ ^{**}	۰/۸۱ ^{**}	-۰/۴۱	-۰/۳۶	۰/۹۱ ^{**}	۱		
۷Y	-۰/۶۷ ^{**}	-۰/۴۱	۰/۸۱ ^{**}	۰/۷۶ ^{**}	۰/۱۲	-۰/۱۰	۱	
۸Y	-۰/۶۷ ^{**}	-۰/۴۰	۰/۸۱ ^{**}	۰/۷۴ ^{**}	۰/۱۲	-۰/۱۰	۰/۵۹ ^{**}	۱

جدول ۵. ضرایب همبستگی برخی صفات اندازه‌گیری شده گیاه آزالیا رقم ژاپونیکا قرمز (*Rhododendron simsii* cv. Japonica Red) در شرایط مصرف سایکوسل با روش تیمار از طریق ریشه. ارتفاع گیاه (Y1)، تعداد برگ (Y2)، تعداد شاخه (Y3)، تعداد گل (Y4)، زمان غنچه‌دهی (Y5)، زمان باز شدن گل (Y6)، کلروفیل کل (Y7)، آنتوسیانین (Y8).

Table 5. Correlation coefficients of some measured traits of azalea plant under the conditions of cycocell application by soaking the root application. Plant height (Y1), number of leaf (Y2), number of branch (Y3), number of flower (Y4), flowering time (Y5), time of flower opening (Y6), total chlorophyll (Y7), anthocyanin (Y8).

صفات	۱Y	۲Y	۳Y	۴Y	۵Y	۶Y	۷Y	۸Y
۱Y	۱							
۲Y	۰/۵۶ [*]	۱						
۳Y	-۰/۵۴ [*]	-۰/۴۴	۱					
۴Y	-۰/۵۲ [*]	-۰/۶۱ ^{**}	۰/۶۸ ^{**}	۱				
۵Y	-۰/۴۳	-۰/۳۱	۰/۶۸ ^{**}	۰/۷۶ ^{**}	۱			
۶Y	-۰/۵۸ [*]	-۰/۵۴ [*]	۰/۸۵ ^{**}	۰/۸۹ ^{**}	۰/۸۷ ^{**}	۱		
۷Y	-۰/۵۲ [*]	-۰/۶۲ ^{**}	۰/۸۱ ^{**}	۰/۷۷ ^{**}	۰/۸۵ ^{**}	۰/۸۷ ^{**}	۱	
۸Y	-۰/۲۸	-۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۳۳	۰/۳۷	۰/۲۸	۰/۳۳	۱

نتیجه‌گیری کلی

شاخه، میزان کلروفیل کل، آنتوسانین و دوره گلدهی و همچنین پاکوتاه بودن موجب بازار پسندی بیشتر گیاه گلدانی آزالیا می‌شود. بر اساس یافته‌های به‌دست آمده در این پژوهش، در روش تیمار از طریق ریشه گیاه نیز شاخص‌های مطلوب از جمله افزایش تعداد شاخه و تعداد گل، زمان غنچه‌دهی، زمان باز شدن گل، افزایش مقدار سبزینه کل و آنتوسیانین مشاهده گردید. همچنین در روش تیمار از طریق ریشه مناسب‌ترین غلظت سایکوسل به‌منظور بهبود شاخص‌های مورد مطالعه غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل می‌باشد. بنابراین با کاربرد این ماده می‌توان مدیریت تولید این محصول را بهبود بخشید.

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که کاربرد سایکوسل تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های مورفوفیزیولوژیکی گل آزالیا رقم ژاپونیکا قرمز داشت و سبب بهبود این شاخص‌ها گردید. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش، مشخص گردید که استفاده از سایکوسل به‌صورت محلول‌پاشی برگ‌ی در شاخص‌های مورد مطالعه از کارایی موثرتری نسبت به روش تیمار از طریق ریشه گیاه برخوردار است. در روش محلول‌پاشی استفاده از سایکوسل با غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر برای افزایش شاخص‌های تعداد شاخه، زمان غنچه‌دهی، تعداد برگ، تعداد

REFERENCES

1. Abbasi, J., Hassanpour Asil, M. & Olfati, J. (2018). Improvement of some growth traits of gerbera flower (*Gerbera jamesonii*) by using mineral nutrition at different stages of plant growth under effect of salinity stress. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 50(4), 865-878. (In Farsi).
2. Arnon, D. T. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24, 1-15.
3. Azzaz, N. A., Hassan, E. A. & Elemarey, F. A. (2007). Physiological, anatomical and biochemical studies on pot marigold (*Calendula officinalis* L.) plants. *African Crop Science Conference Proceedings*, 8, 1727-1738.
4. Bhat, M. A., Tahir, I., Shahri, W. & Islam, S. T. (2011). Effect of cycocel and B-nine (growth retardants) on growth and flowering of *Erysimum marshallii*. *Journal of Plant Sciences*, 6 (2), 95-101.
5. Brickell, C. (1995). *Gardeners encyclopedia of plants and flower*. Published by Dorling and Kindersley Press. P. 640.
6. Barrett, J. E. & Nell, T. A. (1990). Factors affecting efficacy of paclobutrazol and uniconazole on *Petunia* and *chrysanthemum*. *Acta Horticulture*, 272, 229-234.
7. Christiaens, A., Van Labeke, M. C., Pauwels, E., Gobin, B., De Keyser, E. & De Riek, J. (2010). Flowering quality of azalea (*Rhododendron simsii*) following treatments with plant growth regulators. *Acta Horticulturae* 937, 219-224.
8. Christiaens, A., Pauwels, E., Gobin, B. & Van Labeke, M. C. (2015). Flower differentiation of azalea depends on genotype and not on the use of plant growth regulators. *Plant Growth Regulation*, 75(1), 245-252.
9. Dole, J.M. & Wilkins, H.F. (1999). *Floriculture: Principles and species*. Prentic- Hall. New Jersey. 613p.
10. Davis, T. D., Curry, E. A. & Steffens, G. L. (1991). Chemical regulation of vegetative growth. *Critical Reviews in Plant Science*, 10, 151-188.
11. Davis, T.D., Steffens, G.L. & Sankhla, N. (1988). Triazole Plant Growth Regulators. In *Horticultural Reviews*, vol. 10. J. Janick (Ed.). Published by Timber Press. 63-96.
12. Fletcher, R. A. & Arnold, V. (1986). Stimulation of cytokinins and chlorophyll synthesis in *cucumber cotyledons* by triadimefon. *Physiology Plantarum*, 66, 197-201.
13. Fathi, Gh. A. & Ismailpour, B. (2010). *Plant growth regulatory materials (Principles and applications)*. Publications University of Mashhad. pp. 288. (In Farsi).
14. Gao, J. G., Hofstra, G. & Fletcher, R. A. (1988). Anatomical changes induced by triazoles in wheat seedling. *Canadian Journal of Botany*, 66, 1178-1185.
15. Ghasemi Ghahssareh, M. & Kafi, M. (2005). *Scientific and partical flowering*. Isfahan's Gulben Publications. pp. 313. (In Farsi).
16. Ghatas, Y. A. A. (2016). Influence of paclobutrazol and cycocel sprays on the growth, flowering and chemical composition of potted (*Chrysanthemum frutescen*) plant. *Annals of Agriculture Science*, 54(2), 355-364.

17. Grossi, J. A., de Moraes, P. J., de Araújo Tinoco, S., Barbosa, J. G., Finger, F. L. & Cecon, P.R. (2005). Effects of paclobutrazol on growth and fruiting characteristics of pitanga 'ornamental pepper. *Acta Horticulturae*, 633-683.
18. Hadizadeh, H., Tehranifar, A., Shour, M. & Nemati, S. H. (2010). The shorting effect of paclobutrazol on *Polianthes tuberosa* L. and the possibility of producing it in the form of pots. *Journal of Horticultural Science*, 24(1), 7-13. (In Farsi).
19. Hoda, E., Mokadem, El. & Heikal, A. H. (2008). Induction of dwarfism in *Encelia farinosa* by cycocel and evaluation of regenerants using RAPD and ISSR markers. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2 (3), 331-342.
20. Hojati, M., Etemadi, N. & Bani Nasab, B. (2008). The effect of paclobutrazol and cycocel on vegetative growth and flowering zennia (*Zennia elegans*). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 13(47), 649-656. (In Farsi).
21. Iftikar, A., Khurram, Z., Qasim, M. & Tanq, M. (2007). Comparative evaluation of different pinching approaches on vegetative and reproductive growth of carnation (*Dianthus caryophyllus*). *Journal of Anhui Agricultural Sciences*. 44 (4), 563-570.
22. Imran Khan, M., Muzamil, S. & Abid, M. (2012). Effect of different levels of cycocel and maleic hydrazide on growth and flowering of African marigold (*Tagetes erecta* L.) cv. Pusanarangi Gainda. *Asian Journal of Horticulture*, 7 (2), 244-296.
23. Kafi, M., Mahdavi Damghani, A., Kamkar, B. & Jami Al- Ahmadi, M. (2016). *Plant physiology and development*. Publications University of Mashhad (6th ed). Pp.672. (In Farsi).
24. Karlovic K., Vrsek I., Sindrak Z. & Zidovec V. (2004). Influence of growth regulators on the height and number of inflorescence shoots in the *chrysanthemum* cultivar. *Agriculturae Conspectus Scientificus Abbreviated Journal*, 69, 63-66.
25. Kazemi, S. S., Hashemabadi, D., Torkashvand, A. M. & Kaviani, B. (2014). Effect of cycocel and daminozide on vegetative growth, flowering and the content of essence of pot marigold (*Calendula officinalis*). *Journal of Ornamental and Horticultural Plants*, 4(2), 119-129.
26. Kogel, A. (1994). *Rhododendrons and azaleas*. Published by Merehurs, pp. 63-76.
27. Koriesh, E. M., Abou-Dahab, A. M. & Ali, E. W. M. (1989). Physiological studies on *Chrysanthemum morifolium* Ram. 1- Effect of cycocel, gibberellic acid and nucleic acids on vegetative growth and some chemical components. *Asian Journal of Agricultural Science*, 20 (1), 27-47.
28. Kudmate, S. S., Gajbhiye, R. P., Ingole, M. V., Moon, S. S. & Borse, G. H. (2016). Effect of foliar application of GA3 and Cycocel on growth and flowering of annual chrysanthemum. *Journal of Soils and Crops*, 26(2), 315-318.
29. Larson R.H. (1985). Growth regulators in floriculture. *Horticulture Review*. 7, 399-481.
30. Lecain, D. R., Schekel, K. A. & Wample, R. L. (1986). Growth-retarding effects of paclobutrazol on weeping fig. *Horticultural Science*, 21, 1150-1152.
31. Lesani, H & Mojtahedi, M. (2005). *Fundamentals of plant physiology*. University of Tehran Publication. pp 604. (In Farsi).
32. Liu, L., Zhang, L. Y., Wang, S. L. & Niu, X. Y. (2016). Analysis of anthocyanins and flavonols in petals of 10 rhododendron species from the Sygera Mountains in Southeast Tibet. *Plant Physiology and Biochemistry*. 104, 250-256.
33. Magnitskiy S. V., Pasian C. C., Bennett, M. A. & Metzger J. D. (2006). Controlling plug height of verbena, celosia, and pansy by treating seeds with paclobutrazol. *Horticulture Science*, 41, 158-161.
34. Mashahiri, Y. & Hassanpour Asil, M. (2016). Effects of gibberellic acid and humic acid on some growth characters of Daffodil (*Narcissus jonquilla* cv. German). *Iranian Journal of Horticultural Science*, 48(4), 875-886. (In Farsi).
35. Matsoukis, A. & Chronopoulou-Sereli, A. (2005). Interaction of Chlormequat Chloride and Photosynthetic Photon Flux on the Growth and Flowering of *Lantana camara* Subsp. *camara*. In: *ISHS Acta Horticulturae 683: V International Symposium on New Floricultural Crops*, 265-270.
36. Mohsenzadeh, S., Farahi Ashtiani, S., Melboubi, M. A. & Ghanati, F. (2003). Effect of drought stress and chloroquine on growth and photosynthesis of seedling of two wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Construction in Agriculture and Horticulture*, 16(3), 53-55. (In Farsi).
37. Mortazavi, S.N., Khodabandelu, F. & Azimi, M.H. (2017). Effect of cycocel and salisilic acid on morphologic traits of *Brassica oleracea*, pink type. *Journal of Horticultural Science*, 30 (4), 590-596. (In Farsi).
38. Nelson P.V. (1998). *Chemical growth regulation: Greenhouse operation and management*, Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ.

39. Pharis, R. P. & King, R. W. (1985). Gibberellins and reproductive development in seed plants. *Annual Review Plant Physiology*, 36, 517-568.
40. Rademacher, W. (2015). Plant growth regulators: backgrounds and uses in plant production. *Journal of Plant Growth Regulation*, 34(4), 845-872.
41. Rajyalakshmi, R. & Rajasekhar, M. (2014). Effect of different growth regulators (NAA, GA, cycocel and ethrel) and pinching on growth & flowering of African marigold (*Tagetes erecta* L.) cv Pusa Narangi Gainda in different dates of planting. *The Journal of Research ANGRAU*, 42(1), 52-54.
42. Rapisarda, P., Fanella, F. & Maccarone, E. (2000). Reliability of analytical methods for determining anthocyanins in blood orange juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(6), 2249-2252
43. Rossini Pinto, A. C., Deleo Rodrigues, T. D. J., Leite, I.C. & Barbosa, J.C. (2005). Growth retardants on development and ornamental quality of potted "Liliput" *Zinnia elegans*. Jacq. *Science Agriculture*, 62, 337-345.
44. Sajjad, Y., Jaskani, M. J., Asif, M. & Qasim, M. (2017). Application of plant growth regulators in ornamental plants: A review. *Pakistan Journal Agriculture Science*, 54(2), 327-333.
45. Sayadamin, P. & Mobli, M. (2009). Study on the control of concentrations and the growth of stem height and other growth characteristics of ornamental cabbage. Sixth Iranian Congress of Horticultural Sciences, University of Guilan, 1335-1339. (In Farsi).
46. Shekari, F., Ebrahim Zadeh. & Ismailpour, B. (2005). *Plant growth regulators in agriculture and gradening: Their role and commercial applications*. Publications University of Zanjan. pp 250. (In Farsi).
47. Shoa Kzemi, Sh., Hashem Abadi, D., Mohammadi Tirkashvand, A. & Kaviani, B. (2014). Effect of cycocel and daminozide on vegetative growth, flowering and the content of essence of pot marigold (*Calendula officinalis*). *Journal of Ornamental Plants*, 4 (2), 107-114.
48. Taha, R.A. (2012). Effect of some growth regulators on growth, flowering, bulb productivity and chemical composition of iris plants. *Journal of Horticulture Science and Ornamental Plants*, 4(2), 215-220.
49. Taherpazir, S., & Hashemabadi, D. (2016). The Effect of Cycocel and pot size on vegetative growth and flowering of zinnia (*Zinnia elegans*). *Journal of Ornamental & Horticultural Plants*, 6(2), 107-114.
50. Tahir, F.M., Ibrahim, M. & Hamid, K. (2002). Effect of growth retardants on vegetative and reproductive growth behaviour of mango (*Mangifera indica* L.). *Journal of Biological Science*, 2(11), 727-728.
51. Thakur, A. S., Jindal, K. K. & Sud, A. (1991). Effect of growth substances on vegetative growth, yield and quality parameters in strawberry. *Indian Journal of Horticulture*, 48(4), 286-290.
52. Vatandoost, M. (2015). Application of nitrogen rates and cycocel growth regulator on yield and agronomic traits of wheat (*Triticum aestivum* L.). M.Sc. Thesis, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. (In Farsi).