# بررسی اثرات غلظت‌های مختلف اسیدجیبرلیک و بنزیل‌آدنین بر صفات رشدی و رنگیزه‌های گیاه آپارتمانی اسپاتی‌فیلوم (*Spathiphyllum wallisii*)

**علی صالحی‌ساردویی [۱*]، هاجر معتمدی‌شارک [۲] و مژگان شهدادنژاد [۳]**

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، alisalehisardoei@gau.ac.ir

۲- کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، motamedi.elham73@yahoo.com

۳- کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی، موسسه آموزش عالی سنا، ساری، ایران، moghganshahdad@gmail.com

*نویسنده مسئول: علی صالحی‌ساردویی

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۷

# Effect of $GA_3$ and BA on the Growth and Photosynthetic Pigment Changes *Spathiphyllum wallissi* Indoor Flower

Ali Salehi Sardoei[1*], Hajar Motamedi Sharak[2] and Moghgan Shahdad Neghad[3]

1*- Ph.D student, Department of Holticulture, Gorgan Agriculture and Natural Resources Branch, Gorgan, Iran, alisalehisardoei@gau.ac.ir

2- MS.c, Department of Holticulture, Gorgan Agriculture and Natural Resources Branch, Gorgan, Iran, motamedi.elham73@yahoo.com

3- MS.c, Department of Holticulture and Landscape Engineering, Sana Institute of Higher Education, Sari, Iran, moghganshahdad@gmail.com

*Corresponding author: Ali Salehi Sardoei

Received: October 2018 Accepted: December 2018

**چکیده**

در شرایط گلخانه‌ای تأثیر دو هورمون بنزیل‌آدنین و اسیدجیبرلیک بر گیاه برگ زینتی اسپاتی‌فیلوم مورد بررسی قرارگرفت. بنزیل‌آدنین در سطوح (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و اسیدجیبرلیک در سطوح (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) توسط محلول‌پاشی برگی در طی سه مرحله با فواصل زمانی هر ۱۵ روز یکبار صورت گرفت. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با چهار تکرار انجام گردید. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد برگ تولیدی در گیاه در تیمارهای ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک به ترتیب با میانگین ۱۱/۳۳ و ۱۱ بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. با افزایش غلظت تنظیم کننده‌های رشد بنزیل‌آدنین و اسیدجیبرلیک سطح برگ، شاخص کلروفیل، طول دمبرگ، کلروفیل a به طور معنی‌داری نیز افزایش از خود نشان داد. اثر هورمون‌های بنزیل‌آدنین و اسیدجیبرلیک بر رنگدانه‌های فتوسنتزی مؤثر بود. بالاترین مقدار کلروفیل a، b و کل در سطح ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین به همراه ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک با میانگین ۱۸/۴۸، ۱۰/۷۴ و ۲۸/۷۳ میکروگرم در میلی‌لیتر بود. بالاترین مقدار کارتنوئید در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک با میانگین ۵/۳۱ میکروگرم در میلی‌لیتر حاصل شد.

**کلمات کلیدی:** تنظیم کننده‌های رشد، محلول‌پاشی، خصوصیات رشدی و فیزیولوژیکی



**Abstract**

To study the effect of plant hormones Gibberellic Acid ($GA_3$) and Benzyladenine (BA) on leaf ornamental *Spathiphyllum wallissi,* BA concentrations of 0, 100, 200 and 400 $mg.l^{-1}$ and $GA_3$ concentrations of 0, 100 and 200 $mg.l^{-1}$ by foliar spraying in three steps, with a delay of 15 days was performed, In each step,40ml of solution was sprayed on each pot. The pots were arranged in factorial based complete randomize design with 12 treatments and 4 replicates. Results showed that highest number of leaves produced per plant in the treatment of 400 $mg.l^{-1}$ and 100 $mg.l^{-1}$ BA and $GA_3$, respectively, with an average of 11/33 and 11 that did not show a statistically significant difference. With increasing concentrations of growth regulators, leaf area index, chlorophyll, petiole length, chlorophyll a showed a significant increase. Effect of BA and $GA_3$ hormone effect on photosynthetic pigments. The highest amount of chlorophyll a, b and total level of 400 $mg.l^{-1}$ BA+100 $mg.l^{-1}$ $GA_3$ with an average of 18/48, 10/74 and 28/73 $\mu g/ml^{-1}$, respectively.

**Keywords:** Characteristics and Physiological growth, Plant growth regulator, Sprayed.

**مقدمه و کلیات**

گیاه برگ زینتی اسپاتی‌فیلوم با نام علمی (*Spathiphyllum wallisii*) از خانواده Araceae و بومی کلمبیا است (قهساره و کافی، ۱۳۹۰). امروزه استفاده از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی کاربرد بسیاری پیدا کرده است، اسیدجیبرلیک می‌توانند بر افزایش عملکرد گیاه مؤثر باشند (Benjaacov, 2006). یکی از اثرات شناخته شده جیبرلین‌ها تحریک رشد رویشی شامل طویل شدن ساقه، ریشه و افزایش سطح برگ است (Fleet and Sun, 2005). بارزترین اثر جیبرلین‌ها افزایش ارتفاع ساقه از طریق طویل ساختن فواصل میانگره است. محلول‌پاشی جیبرلین روی شاخساره گیاهان پاکوتاه که به دلایل ارثی فاقد قدرت تولید جیبرلین کافی می‌باشند موجب طویل شدن ساقه و افزایش ارتفاع گیاه می‌شود (خوشخوی و همکاران، ۱۳۷۹). محلول‌پاشی برگی اسیدجیبرلیک در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در گیاه آنتوریوم موجب افزایش ارتفاع گیاه، تعداد برگ و طول و عرض برگ‌ها شد (Dhaduk *et al*., 2007). تحریک رشد بوسیله جیبرلین‌ها در بسیاری از گونه‌های پهن برگ گزارش شده است (بانی‌نسب و راحمی، ۱۳۷۷؛ Briilinger and Storey, 1989; Marler and Mickelbart, 1992). تیمار گیاه لاکوات (*Eriobotrya japonica* Lindl) با غلظت ۲۵۰ میلی-گرم در لیتر اسیدجیبرلیک موجب افزایش طول و قطر ساقه، سطح برگ و مجموع کلروفیل برگ دانهال‌ها در مقایسه با شاهد گردید (El-Dengawy, 2005). محلول‌پاشی روی دانهال‌های کاج جنگلی (*Pinus sylvestris*) و نوعی سرو (*Picea glauca*) موجب افزایش طول ساقه گیاهان مذکور گردید (Little and MacDonald, 2003). گزارش شده است در گل رعنای زیبا محلول‌پاشی اسیدجیبرلیک با غلظت ۲۵۰ پی‌پی‌ام در ۳ مرحله محلول‌پاشی موجب افزایش ارتفاع گیاه نسبت به تیمار شاهد گردید (Delvadia *et al*., 2009). در گزارشی بنزیل‌آدنین در غلظت ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر به طور معنی‌داری موجب افزایش ارتفاع و تعداد برگ در گیاه کروتون شد (Nahed and EL-Aziz, 2007). نتیجه تحقیقی نشان داد کاربرد ۵۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل‌آدنین، بیشترین شاخه را در گل شیپوری تولید نمود و کمترین آن در تیمار شاهد بدست آمد (مجیدیان و همکاران، ۱۳۹۰). هدف این تحقیق بررسی تأثیر محلول‌پاشی بنزیل آدنین و اسیدجیبرلیک روی میزان خصوصیات رشد و رنگدانه‌های فتوسنتزی گیاه زینتی اسپاتی‌فیلوم می-باشد.

**فرآیند پژوهش**

این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی آموزشی دانشگاه آزاد جیرفت به منظور بررسی اثر بنزیل‌آدنین و اسیدجیبرلیک بر رشد و نمو گیاه آپارتمانی اسپاتی‌فیلوم صورت گرفت. در این آزمایش پاجوش-های ریشه‌دار که دارای ۱ ± ۴ برگ بودند بوسیله غلظت‌های بنزیل‌آدنین حاوی صفر (شاهد)، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر و اسیدجیبرلیک صفر (شاهد)، ۱۰۰، ۲۰۰ در طی ۳ مرحله محلول‌پاشی با فواصل زمانی ۱۵ روز صورت گرفت. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب آزمایش کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار و ۴ تکرار انجام شد. تغذیه گیاهان بطور یکسان با محلول غذایی میکرو غنچه با غلظت ۳ درصد در ۴ هفته متوالی که حاوی عناصر ازت ۸٪، فسفر ۴٪، پتاس ۵٪ و میکرو شامل آهن، مس، روی، منگنز، مولیبدن و بر بود، انجام شد. میانگین دمای روزانه و شبانه در گلخانه در اواخر پاییز و زمستان ۲±۲۲ و ۲ ±۱۸ و در اواخر بهار و تابستان دمایی

۳۲±۲ و ۲ ±۲۸ بود، رطوبت نسبی گلخانه بالای ۷۰ درصد در نوسان بود. میزان شاخص کلروفیل در مرحله ۶۰ روز بعد از محلول پاشی با دستگاه کلروفیل سنج (Spad) مدل CCM 200 در ساعات ۹/۳۰-۱۰ صبح از سه قسمت برگچه‌های جوان انجام شد.

**کلروفیل کل برگ:** اندازه‌گیری میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی براساس روش Lichtenthaler, 1387 انجام گرفت. براساس این روش ۰/۲ گرم بافت تازه برگی (از برگ‌های میانی گیاه با ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم وزن و در هاون چینی حاوی ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد ساییده شد. سپس محتوای هاون چینی رروی کاغذ صافی واتمن شماره ۱ که در قیف شیشه‌ای قرار داشت ریخته و صاف شد. سپس محلول با افزودن استن ۸۰ درصد به ۱۵ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس سه میلی‌لیتر از این محلول که حاوی کلروفیل a و b و کارتنوئیدها بود در کوت ریخته شد و شدت جذب آن در طول موج‌های ۶۶۳/۲ (کلروفیل a)، ۶۴۶/۸ (کلروفیل b) و ۴۷۰ (کارتنوئیدها) نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت و غلظت این رنگیزه‌ها با استفاده از معادلات ۱ تا ۴ محاسبه گردید.

$Chl_a\ (mg.ml^{-1}) = (12.5\ *A663.2)-(2.79*A646.8)$ معادله (۱)

$Chl_b\ (mg.ml^{-1}) = (21.51*A646.8)-(5.1*A663.2)$ معادله (۲)

$Chl\ T\ (mg.ml^{-1}) = Chl.a + Chl.b$ معادله (۳)

$Car\ (mg.ml^{-1}) = (1000*\ A470)-(1.8*\ Chl.a)-(85.02*\ Chl.b)$ معادله (۴)

که در این معادلات، Chl.a، Chl.b، Chl T و Car: به ترتیب غلظت کلروفیل a، کلروفیل b، کل کلروفیل و کارتنوئیدها (شامل کاروتن و گزانتوفیل ها) و A۶۶۳/۲، ۶۴۶/۸ و A۴۷۰ به‌ترتیب نشان دهنده‌ی شدت جذب در طول موج‌های ۶۶۳/۲ (کلروفیل a)، ۶۶۴/۸(کلروفیل b)، ۴۷۰ (کارتنوئیدها) نانومتر می‌باشند.

داده‌ها پس ازجمع آوری با استفاده از نرم افزار SPSS صورت گرفت و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری $P< 0.05$ انجام شد.

## نتایج و بحث

بیشترین تعداد برگ تولیدی در گیاه در تیمارهای ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین، ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین، ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین به همراه ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک، ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک و به ترتیب با میانگین ۱۱،۱۱/۳۳، ۱۰/۶۶ و ۱۰/۶۶ بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۱). گزارش شده است که اسیدجیبرلیک موجب افزایش سطح برگ در گیاهان سوسن و کلم شده است (Hamano et al., 2002; Zieslin and Tsujita, 1388). تأثیر اسیدجیبرلیک بر افزایش میزان ماده خشک گیاه را می‌توان به اثر آن بر افزایش میزان فتوسنتز از طریق بیشتر شدن سطح برگ نسبت داد (Lester *et al*., 2002). تیمار شاهد، ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین به همراه ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین با کمترین تعداد برگ به ترتیب با میانگین ۷/۶۶، ۸/۳۳ و ۸/۶۶ بود که اختلاف معنی‌داری را با تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین نشان دادند. قبلاً نیز گزارش شده است که بنزیل‌آدنین موجب افزایش

تعداد برگ در گیاه شیپوری شد (مجیدیان و همکاران، ۱۳۹۰).

با توجه به نتایج جدول (۱) بیشترین طول دمبرگ در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین با میانگین ۳۸/۳۳ سانتی‌متر بدست آمد. نتایج نشان می‌دهد با افزایش غلظت تنظیم کننده‌های رشد طول دمبرگ نیز افزایش پیدا کرد. به نظر می‌رسد تنظیم کننده رشد اسیدجیبرلیک اثر بهتری نسبت به بنزیل‌آدنین در شاخص طول دمبرگ از خود نشان داده است. اسیدجیبرلیک با تحت تأثیر قرار دادن فرایندهای سلولی از جمله تحریک تقسیم سلولی و طویل شدن سلول‌ها سبب افزایش رشد رویشی می‌گردد (Stuart and Jones, 1977; Abd El-Aal *et al*., 2008). همچنین جیبرلین‌ها با افزایش انبساط دیواره از طریق هیدرولیز نشاسته به قند موجب کاهش پتانسیل آب سلول شده و در نهایت باعث ورود آب به درون سلول و طویل شدن سلول می‌شود (چهرازی و همکاران، ۱۳۹۶).

سطح برگ تحت تأثیر معنی دار تنظیم کننده‌های رشد قرار گرفت، بیشترین سطح برگ در تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین به همراه ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک به ترتیب با میانگین ۱۵۷/۳۶ و ۱۴۸/۵۶ سانتی‌مترمربع دیده شد. نتایج جدول (۱) نشان داد با افزایش غلظت تنظیم کننده‌های رشد، سطح برگ به طور معنی‌داری نیز افزایش پیدا کرد. کمترین مقدار سطح برگ در تیمار شاهد، ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک، ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین به همراه ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک به ترتیب با میانگین ۷۴/۰۴، ۸۳/۳۸، ۸۳/۶ و ۱۰۳/۹۹ سانتی‌متر مربع بدست آمد. سطوح ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین در مقایسه با تیمار شاهد از لحاظ آماری، اختلاف معنی‌داری با هم داشتند.

با توجه به نتایج جدول (۱) بیشترین شاخص کلروفیل در تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک با میانگین ۲۹/۶ بدست آمد. با افزایش غلظت تنظیم کننده‌های رشد شاخص کلروفیل نیز افزایش نشان داد، به طوری که تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. استفاده از تنظیم کننده‌های رشد اسیدجیبرلیک و بنزیل‌آدنین، میزان کلروفیل را در برگ‌های گیاه شیپوری افزایش داد (مجیدیان و همکاران، ۱۳۹۰). کمترین مقدار شاخص کلروفیل در تیمار شاهد بدست آمد. به نظر می‌رسد تنظیم کننده رشد بنزیل‌آدنین اثر بهتری نسبت به اسیدجیبرلیک در شاخص محتوای کلروفیل از خود نشان داده است. جیبرلین موجب تحریک سنتز ساکارز و انتقال آن از برگ به آوند آبکش می‌شود و سبب توسعه مواد فتوسنتزی و فراهم کردن انرژی مورد نیاز برای رشد بعدی گیاه و توسعه برگ‌ها می‌گردد (Arteca, 1996). احتمالاً تحریک سنتز ساکارز و انتقال آن به آوند آبکش در اثر اعمال تیمار اسیدجیبرلیک نه تنها موجب افزایش رشد در بخش‌های هوایی گیاه که به عنوان محل مصرف مطرح هستند می‌گردد، بلکه بخش دیگری از مواد درون اندام‌های زیرزمینی نیز منتقل می‌شود که باعث افزایش رشد ریشه می‌گردد. بطور خلاصه می‌توان گفت که تغییرپذیری میزان رشد بوسیله جیبرلین‌ها ممکن است بدلیل افزایش در سطح مؤثر برگ،

تحریک میزان فتوسنتز، افزایش فعالیت برخی آنزیم‌ها یا تغییر در توزیع مواد فتوسنتزی و یا اثر مشارکتی این موارد باشد (حسن‌پور اصیل و همکاران، ۱۳۹۱). از طرفی جیبرلین‌ها با تحریک فعالیت برخی آنزیم‌ها پروتئاز موجب تبدیل پروتئین‌ها به اسیدهای‌آمینه از جمله تریپتوفان که پیش‌ساز اکسین است، می‌شوند. بنابراین برخی اثرات خود را به‌صورت غیرمستقیم از طریق اکسین نیز اعمال می‌کنند (Leshem, 1973; روئین، ۱۳۸۶). اسیدجیبرلیک سبب افزایش پلاستیسیتی دیواره سلولی نیز می‌شود. این مسئله می‌تواند بدلیل اسیدی شدن دیواره سلولی یا در نتیجه جذب یون کلسیم به درون سیتوپلاسم باشد (بانی نسب و راحمی، ۱۳۷۷). ثابت شده است که اسیدجیبرلیک فعالیت آنزیم ریبولوز بی‌فسفات‌کربوکسیلاز-اکسیژناز (رابیسکو) که آنزیم عمده فتوسنتزی در گیاهان است، را افزایش می‌دهد (نظربیگی و همکاران، ۱۳۹۳).

**جدول ۱- اثر متقابل سطوح اسیدجیبرلیک و بنزیل‌آدنین بر شاخص‌های رشدی اسپاتی فیلوم پس از ۶۰ روز از محلول‌پاشی**

| BA | $GA_3$ | شاخص کلروفیل (SPAD) | سطح برگ ($cm^2$) | تعداد برگ در بوته | طول دمبرگ (cm) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۰ | ۰ | $^{g}$۱۰/۴۲ | $^{f}$۷۴/۰۴ | $^{f}$۷/۶۶ | $^{c}$۲۰/۴۶ |
| | ۱۰۰ | $^{def}$۱۵/۸۱ | $^{def}$۸۳/۳۸ | $^{ab}$۱۱ | $^{c}$۱۹/۲ |
| | ۲۰۰ | $^{cde}$۱۹/۱۶ | $^{cdef}$۱۰۳/۹۹ | $^{cde}$۹/۳۳ | $^{bc}$۲۴/۲ |
| ۱۰۰ | ۰ | $^{fg}$۱۲/۹۴ | $^{e}$۷۸/۲۹ | $^{def}$۸/۶۶ | $^{a}$۳۸/۳۳ |
| | ۱۰۰ | $^{efg}$۱۳/۹۱ | $^{def}$۸۳/۶۲ | $^{bcde}$۹/۶۶ | $^{c}$۲۱/۲۶ |
| | ۲۰۰ | $^{fg}$۱۲/۴۲ | $^{cde}$۱۱۲/۰۲ | $^{ef}$۸/۳۳ | $^{c}$۱۹/۴۳ |
| ۲۰۰ | ۰ | $^{bcd}$۱۹/۷۹ | $^{cdef}$۱۰۷/۸۱ | $^{bcd}$۱۰ | $^{bc}$۲۵/۰۳ |
| | ۱۰۰ | $^{bc}$۲۰/۸۸ | $^{bcd}$۱۱۶/۷۷ | $^{bcde}$۹/۶۶ | $^{bc}$۲۱/۶۶ |
| | ۲۰۰ | $^{cd}$۱۸/۹۴ | $^{bc}$۱۲۱/۲۹ | $^{de}$۹ | $^{bc}$۲۲/۸ |
| ۴۰۰ | ۰ | $^{b}$۲۳/۴۶ | $^{bcd}$۱۱۸/۴۶ | $^{a}$۱۱/۳۳ | $^{bc}$۲۵/۵۶ |
| | ۱۰۰ | $^{bc}$۲۰/۵ | $^{ab}$۱۴۸/۵۶ | $^{abc}$۱۰/۶۶ | $^{bc}$۲۵/۷ |
| | ۲۰۰ | $^{a}$۲۹/۶ | $^{a}$۱۵۷/۳۶ | $^{abc}$۱۰/۶۶ | $^{b}$۳۰/۲۶ |

در هر ستون میانگین‌هایی با حروف مشترک در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

نتایج این آزمایش بیانگر این مساله بود که تنظیم کننده‌های بنزیل‌آدنین و اسیدجیبرلیک بر رنگدانه‌های فتوسنتزی مؤثر بود. بالاترین مقدار کلروفیل a، b، کل و مجموع رنگدانه‌ها در سطح ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین به همراه ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک با میانگین ۱۸/۴۸، ۱۰/۷۴، ۲۸/۷۳ و ۳۳/۸۷ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بود. نتایج مربوط به صفت کلروفیل برگ نشان داد که تیمار اسیدجیبرلیک اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد دارد که این نتایج با نتایج Mynett و همکاران (۲۰۰۱) در فریزیا و یعقوبی و همکاران (۱۳۹۲) در مینا چمنی در مورد تأثیر اسیدجیبرلیک بر افزایش شاخص سبزینگی برگ مطابقت داشت. اسیدجیبرلیک نقش ساختاری در غشاء کلروپلاست داشته و موجب تحریک فتوسنتز می‌شود (Janowsk and Jerzy, 2003). کمترین مقدار کلروفیل a، b، کل در تیمار شاهد به ترتیب با میانگین ۱۰/۸۸، ۶/۴ و ۱۷/۱۹ میلی‌گرم در میلی‌لیتر دیده شد که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین به همراه ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک با شاهد مشاهده گردید. کلروفیل در گیاهان از نظر جذب و به بکارگیری انرژی نورانی در فتوسنتز نقش اساسی اولیه را دارد. لذا تأثیر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی روی بیوسنتز و تجزیه کلروفیل به طور مستقیم روی فتوسنتز مؤثر

واقع می‌شود (Arteca, 1996). تیمار با اسیدجیبرلیک سبب تأخیر در پیری برگ‌ها می‌شود. اسیدجیبرلیک تجزیه و از بین رفتن کلروفیل را در طی فرآیند پیری کاهش می‌دهد که ممکن است به‌دلیل نقش ساختاری اسید جیبرلیک در غشاء کلروپلاست باشد و نیز موجب تحریک فتوسنتز شود (عبدوسی، ۱۳۹۴). که با نتایج بررسی اسیدجیبرلیک روی زنبق مطابقت دارد (مرتضوی و حسن‌پور اصیل، ۱۳۸۹).

**جدول ۲- اثر متقابل سطوح اسید جیبرلیک و بنزیل‌آدنین بر رنگدانه‌های فتوسنتزی اسپاتی فیلوم پس از ۶۰ روز از محلول‌پاشی**

| BA | $GA_3$ | رنگدانه های فتوسنتزی ($mg.ml^{-1}$) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | a | b | کارتنوئید | کل | مجموع رنگدانه‌ها |
| ۰ | ۰ | $^{e}$۱۰/۸۸ | $^{f}$۶/۴ | $^{c}$۴/۶۳ | | $^{e}$۱۷/۱۹ | $^{g}$۲۱/۸۲ |
| | ۱۰۰ | $^{de}$۱۱/۰۳ | $^{def}$۷/۵ | $^{a}$۵/۳۱ | | $^{de}$۱۸/۵۳ | $^{ef}$۲۳/۸۴ |
| | ۲۰۰ | $^{de}$۱۱/۹۷ | $^{cd}$۸/۵۸ | $^{abc}$۵/۰۴ | | $^{bcd}$۲۰/۵۵ | $^{cde}$۲۵/۵۹ |
| ۱۰۰ | ۰ | $^{e}$۱۰/۸ | $^{cdef}$۷/۷۶ | $^{abc}$۴/۹۹ | | $^{de}$۱۸/۵۶ | $^{fg}$۲۳/۵۶ |
| | ۱۰۰ | $^{e}$۱۰/۸۷ | $^{def}$۷/۶۷ | $^{ab}$۵/۰۸ | | $^{de}$۱۸/۵۴ | $^{efg}$۲۳/۶۳ |
| | ۲۰۰ | $^{cd}$۱۲/۱۹ | bc۹/۲۲ | c۴/۶۶ | | $^{bc}$۲۰/۹۱ | $^{cd}$۲۶/۱ |
| ۲۰۰ | ۰ | $^{de}$۱۱/۶۴ | $^{def}$۷/۵۶ | $^{ab}$۵/۲ | | $^{cde}$۱۹/۲ | $^{def}$۲۴/۴ |
| | ۱۰۰ | $^{de}$۱۱/۷۵ | $^{e}$۶/۹۹ | $^{ab}$۵/۲۴ | | $^{de}$۱۸/۷۵ | $^{ef}$۲۳/۹۹ |
| | ۲۰۰ | $^{b}$۱۵/۲۴ | $^{ab}$۱۰/۲۹ | $^{bc}$۴/۸۶ | | $^{bc}$۲۱/۰۳ | $^{b}$۳۰/۳۹ |
| ۴۰۰ | ۰ | $^{de}$۱۱/۴ | $^{cde}$۸/۴۸ | $^{abc}$۵/۰۱ | | $^{bcd}$۱۹/۸۹ | $^{def}$۲۴/۹ |
| | ۱۰۰ | $^{a}$۱۸/۴۸ | $^{a}$۱۰/۷۴ | $^{ab}$۵/۱۴ | | $^{a}$۲۸/۷۳ | $^{a}$۳۳/۸۷ |
| | ۲۰۰ | $^{c}$۱۳/۲۲ | $^{cd}$۸/۷۹ | $^{ab}$۵/۲۱ | | $^{b}$۲۲/۰۱ | $^{c}$۲۷/۲۲ |

در هر ستون میانگین‌هایی با حروف مشترک در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

بالاترین مقدار کارتنوئید در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک با میانگین ۵/۳۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر حاصل شد. مطالعات انجام شده در زمینه تنظیم کننده‌های رشد از قبیل اسید جیبرلیک نشان می‌دهد که آنها می‌توانند سبب افزایش میزان رنگیزه‌های مطرح همچون کارتنوئیدها شوند (Kim *et al*., 2006; Hyun-Jin *et al*., 2007; Glick *et al*., 2007). کمترین مقدار کارتنوئید در تیمار شاهد و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک با میانگین ۴/۶۳ و ۴/۶۶ میلی‌گرم در میلی‌لیتر دیده شد. از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند اما با تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک، این اختلاف معنی‌دار شد (جدول ۲). تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین به همراه ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک به ترتیب با میانگین ۳۳/۸۷ و ۳۰/۳۹ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بالاترین مقدار مجموع رنگدانه‌ها رو به دنبال داشتند و کمترین آن در تیمار شاهد با میانگین ۲۱/۸۲ میکرو گرم در میلی‌لیتر بدست آمد (جدول ۲).

## نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان رشد رویشی گیاه زینتی اسپاتی‌فیلوم را از طریق افزایش سنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی بوسیله اسیدجیبرلیک و بنزیل‌آدنین تحریک کرد.

## منابع

۱) بانی‌نسب، ب و. راحمی، م. ۱۳۷۷. تأثیر کاربرد اسیدجیبرلیک در رشد و نمو دانهال های بنه و کلخونگ، مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۹. شماره ۱.

۲) چهرازی، م. حسینی، ح ر. هاشمی‌دهکردی، ا و. خ، اسدی‌وفا. ۱۳۹۶. تأثیر اسیدجیبرلیک بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک دو رقم گل سفید و زرد ( Alba and Apollo) گل میمون (*Antirrhinum majus*). علوم باغبانی ایران. ۴۸(۲): ۲۷۳-۲۶۵.

۳) حسن‌پور اصیل، م. مرتضوی، س ه. حاتم‌زاده، ع و. م، قاسم‌نژاد. ۱۳۹۱. تأثیر اسیدجیبرلیک و کلسیم در کاهش دوره رشد زنبق ( *Iris hollandica* var. Blue Magic) در گلخانه و افزایش ماندگاری گل شاخه بریده آن، علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۳(۹).

۴) خوشخوی، م. شیبانی، ب. روحانی، ا و. ع، تفضلی. ۱۳۷۹. اصول باغبانی. انتشارات دانشگاه شیراز.

۵) روئین، ز. ۱۳۸۶. تأثیر دمای پایین و تیمارهای مختلف اسیدجیبرلیک در پیش‌رس کردن پیازها و افزایش طول عمر گل‌های شاخه‌بریدنی نرگس، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشکده علوم کشاورزی. دانشگاه گیلان.

۶) عبدوسی، و. ۱۳۹۴. اثرات اسیدجیبرلیک، اسیدسالیسیلیک و بنزیل‌آدنین در مرحله پیش و پس از برداشت بر برخی صفات فیزیولوژیکی، آنزیمی و عمر گلجایی ژربرا *Gerbera jamesinii* cv. Sorbet، فصلنامه زیست‌شناسی سلولی و مولکولی گیاهی. ۱۰(۳ و ۴): ۲۸-۲۱.

۷) قاسمی‌قهساره، م و. م، کافی. ۱۳۹۰. گلکاری علمی و عملی (جلد دوم). انتشارات رضوی. ۳۹۴ ص.

۸) مجیدیان، ن. نادری، ر ا. خلیقی، ا و. م، مجیدیان. ۱۳۹۰. تأثیر تنظیم کننده‌های رشد جبرلین و بنزیل ادنین بر تولید گیاه گلدانی شیپوری رقم چایلدسیانا، مجله علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۵ (۴): ۳۶۱-۳۶۸.

۹) مرتضوی، س ه و. م، حسن‌پور اصیل. ۱۳۸۹. اثرات دما و اسیدجیبرلیک در پیش‌رس کردن و بهبود کیفیت گل شاخه بریدنی زنبق (*Iris hollandica* var. Blue Magic)، مجله دانش کشاورزی و تولید پلی‌دار. ۲۰/۲(۲).

۱۰) نظربیگی، ا. فلاحی، ح ع. ناصری، ر. میرزایی، ا و. م، رشیدپور. ۱۳۹۳. بررسی اثر غلظت‌های مختلف نمک کلریدسدیم، اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک بر محتوای پرولین و کلروفیل‌های a و b در دو رقم کلزا (هایولا ۴۰۱ و RGS)، تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهان. ۱(۲).

۱۱) یعقوبی، لادن. حاتم‌زاده. ع و. د، بخشی. ۱۳۹۲. تأثیر اسیدجیبرلیک و متیل جاسمونات روی برخی خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک دو رقم مینا چمنی ( *Bellis perennis*)، مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه بوعلی سینا. ۳۰۹۶-۳۱۰۰ ص.

12) Abd El-Baky H.M., Hussein M., El-Baroty G. 2008. Algal extracts improve antioxidant defense abilities and salt tolerance of wheat plant irrigated with sea water. African Journal of Biochemistry, 2. 151–164.

13) Benjaacov, J. 2006. Gibbereellic acid spray increased size and quality of Protea ‘Pink ice’ Flowers. Acta Horticulture. 716: 135-140.

14) Briilinger, D and Storey, J.B. 1989. Development of a production method for container growth grafted pecan buddings. HortScience. 24(5): 764(abstr.).

15) Delvadia, d. v., t.t. ahlawat and meena, b.j. 2009. Effect of different GA3 concentration and frequency on growth, flowering and yield in Gaillardia (*Gaillardia pulchella* Foug.) cv. Lorenziana. Har. J. Hortl. Sci., 4(1): 81-84.

16) Dhaduk, B. K., S. Kumara, A. Singh and Desai, J. R. 2007. Response of gibberellic acid on growth and flowering attributes in anthurium (*Anthurium andreanum* L.). Jour. Orn. Hort. 10(3): 187-189.

17) El-Dengawy, E.F.A. 2005. Promotion of seed germination and subsequent seedling growth of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl) by moist- chilling and GA3 applications. Scientia Horticulturae. 105: 331-342.

18) Fleet, M.C and Sun, T.P. 2005. A dellacate balance: the role of gibberellin in plant morphogenesis. Current Opinion in Plant Biology. 8:77-85.

19) Glick, A., Phllosoph-Hadas, S., Vainstein, A., Meir, A., Tadmor, Y. and Meir, S. 2007. Methyl Jasmonate Enhances Color and Carotenoid Content of Yellow Pigmented Cut Rose Flowers. Acta Horticulturae. 755, 243-250.

20) Hamano, M., Yamato, Y., Ymazaki, H. and Miura, H. 2002. Endogenus gibberellins and their effects on flowering and stem elongation in cabbage (*Brassica oleracea* var.capitata). Journal of Horticultural Science & Biotechnology. 77(2):220-225.

21) Hyun-Jin, K., Fonseca, J.M., Chol, G. H. and Kuboti, C. 2007. Effect of Methyl Jasmonate on Phenolic Compounds and Sarotenoid of Romain Lettuce (*Lactuca sativa* L.). Agricultural and Food Chemastry. 55: 10366- 10372

22) Janowsk, B and Jerzy, M. 2003. Effect of gibberrelic acid on post harvest leaf longevity of *Zantedeschia elliottiana*. Journal of Fruit and Ornamental pland Research. 11: 69-76

23) Kim, H.J., Chen, F., Wang, X. and Rajapakse, N.C. 2006. Effect of Methyl Jasmonate on Secondary Metabolites of Sweet Bsil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 54. 2327- 2332.

24) Leshem, Y. 1973. The molecular and hormonal basis of plant growth regulation. Department of life Science. Bar- Ilon University Ramat-GAn. Israel. 159 p.

25) Lester, D.C., Carter, O.G., Kelleher, F.M. and Laing, D.R. 2002. The effect of gibberellic acid on apparent photosynthesis and dark respiration of simulated swards of pennisetum clandestinum Hochst. Australian journal of Agriculture Research, 23:205-213.

26) Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. Methods of Enzymology 148: 350-380.

27) Little C.H.A and MacDonald, J.E. 2003. Effects of exogenous gibberellin and auxin on shoot elongation and vegetative bud development in seedlings of *Pinus sylvestris* and *Picea glauca*. Tree Physiology. 23: 73–83.

28) Marler, T.V and Mickelbart, M. 1992. Application of GA4+7 to stem enhances carambola seedling growth. HortScience. 27(2): 122-123.

29) Mynett, K., Startek, L., Zurawik, P. and Ploszaj, B. 2001. The Effect of Gibrescol and Flordimex on The Emergence and Growth of Freesia Rocz. AR w Poznaniu CCCXXXII, Ogrodn. 33: 103-110 (In Polish).

30) Nagarjuna, B., Reddy, V.P., Rao, M.R. and Reddy, E.N. 1988, Effect of growth regulators and potassium nitrate on growth, flowering and yield of chrysanthemum (*Chrysanthemum indicum* L.). South Indian Hort., 36: 136-140.

31) Nahed, G and EL-Aziz, A. 2007. Stimulatory effect of NPK fertilizer and benzyladenine on growth and chemical constituents of *Codiaeum variegatum* L. Plant. American-Eurasian Jour. Agric. & Environ. Sci., 2 (6): 711-719.

32) Shudo, k. 1994. Chemistry of phenylurea cytokinins. In cytokinins: chemistry, activity and function Mokk, D.V. and Mc Mok (Eds). CRC Press, Boca Raton, pp35-42.

33) Singh, M.P., Singh, R.P. and Singh, G.N. 1991. Effect of GA3 and ethrel on the growth and flowering of African marigold (*Tagetes erecta* L.). Har. J. Hortl. Sci., **2**:81-84.

34) Skutink, E, Lukaszews, A, Serek, M and Rabiza, J. 2001. Effect of growth regulators on postharvest characteristics of Zantedeschia athiopica. Postharvest Biol Tech 21: 241-246.

35) Sladky, Z. 1986. The role of growth regulators in the differentiation of flowers and inflorescences. Biol. Plant. 28:31–37.

36) Stuart D.I and Jones, R.L. 1977. Roles of extensibility and trugor in gibberellin-and dark-stimulated growth. Plant Physiolgy. 59:61-68.

37) Verma, V. 1991. "A Text Book of Plant Physiology". Emkay Publications, Delhi. pp 518.

38) Zieslin N and Tsujita, M.J. 1988. Regulation of stem elongation of *lilies* by temperature and the effect of gibberellin. Scientia Horticulturae. 37(1-2): 165-169.