گل و گیاهان زینتی (۱۴۰۰)، ۶(۲): ۱۰۷- ۱۱۸
مقاله پژوهشی
DOI: 10.52547/flowerjournal.6.2.107

اثر غلظت‌های مختلف جیبرلیک اسید و بنزیل‌آدنین بر برخی ویژگی‌های رشدی، قندها و رنگدانه‌های نورساختی فیکوس بنجامین

علی صالحی ساردویی[1*]، معظم حسن پور اصیل[2]

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲. گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت

alisalehisardoei@gau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۲۰، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۷/۱، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۷/۶

چکیده

یکی از ویژگی‌های گیاهان برگ زینتی، تولید مقدار کافی برگ و شاخه جانبی برای ایجاد ظاهری متراکم است که می‌توان با کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی به عنوان یکی از ابزارهای مدیریتی برای رشد گیاهان استفاده نمود. این پژوهش در شرایط گلخانه‌های زیر سیستم آبیاری مه‌افشان و با به‌کارگیری تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی جیبرلیک اسید و بنزیل آدنین در گیاه برگ زینتی فیکوس بنجامین با محلول‌پاشی برگی انجام شد. محلول‌پاشی برگی جیبرلیک اسید و بنزیل‌آدنین در سطوح ۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در سه مرحله با فواصل زمانی ۱۵ روز یک‌بار انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد که تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی جیبرلیک اسید و بنزیل‌آدنین در سطح ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر شمار برگ، ارتفاع گیاه و مقدار رنگدانه‌های نورساختی موثر بود. بالاترین میزان کربوهیدرات محلول در سطح ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید، به‌دست آمد. بالاترین میزان قند احیایی در گیاه مربوط بود به تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید + ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین با میانگین ۱۱۴/۹۴ میلی‌گرم در گرم در وزن تر بود. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که غلظت‌های همراه ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر تنظیم‌کننده‌های رشد جیبرلیک اسید و بنزیل‌آدنین، میزان رشد مورفولوژیک، ساخت کلروفیل و کارتنوئید، میزان قند احیایی و کربوهیدرات محلول را به طور قابل توجهی افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، سطح برگ، قندهای احیایی، کربوهیدرات محلول، کلروفیل برگ.

مقدمه

فیکوس بنجامین با نام علمی *Ficus benjamina* L. از تیره Moraceae می‌باشد. فرم رشدی آن درختی است، این درخت زینتی شرایط درون ساختمان را به خوبی تحمل می‌کند و بسیار مناسب نگهداری در ساختمان‌های مسکونی و تجاری است (Ghasemi Ghehsareh and Kafi, 2011). هر ساله تعداد قابل توجهی گیاهان برگ زینتی فیکوس بنجامین در کشور به فروش می‌رسد، در حالی که استفاده از فنون جدید باغبانی صورت نمی‌گیرد. بنابراین کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی به عنوان

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1400.6.2.1.1]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.6.2.107]

یکی از ابزارهای مدیریتی موثر در افزایش رشد بیشتر و تولید پایدار این محصول‌ها نیازمند توجه بیشتری است. امروزه استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی کاربرد بسیاری پیدا کرده است. جیبرلیک اسید یکی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی است که می‌تواند بر افزایش عملکرد رشد گیاه موثر باشد (Salehi Sardoei and Shahdadnezhad, 2021). یکی از اثرهای شناخته شده جیبرلین‌ها انگیزش رشد رویشی شامل طویل شدن ساقه، ریشه و افزایش سطح برگ است (Fleet and Sun, 2005). بارزترین اثر جیبرلین‌ها افزایش ارتفاع ساقه از راه طویل ساختن فاصله میانگره‌ها است. محلول‌پاشی جیبرلین‌ها روی شاخساره گیاهان پاکوتاه که به دلایل ارثی بدون قدرت تولید جیبرلین کافی می‌باشند باعث طویل شدن ساقه و افزایش ارتفاع گیاه می‌شود (Salehi Sardoei *et al*., 2014b). محلول‌پاشی برگی جیبرلیک اسید در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در گیاه آنتوریوم[۱] باعث افزایش ارتفاع گیاه، شمار برگ و طول و عرض برگ‌ها شد (Dhaduk *et al*., 2007). انگیزش رشد به‌وسیله جیبرلین‌ها در بسیاری از گونه‌های پهن برگ گزارش شده است (Briilinger and Storey, 1989). محلول‌پاشی جیبرلیک اسید بر دانهال‌های کاج جنگلی[۲] و نوعی نوئل[۳] باعث افزایش طول ساقه گیاهان مذکور گردید (Little and Mac Donald, 2003).

در پژوهشی، اثر سه تنظیم‌کننده رشد گیاهی از دسته سیتوکینین‌های مختلف بر ایجاد شاخه جانبی بر گل صلح[۴] رقم Bent انجام شد. برای بررسی تاثیرهای فصلی، آزمایش‌های همسانی نیز در پاییز و بهار انجام گرفت. در این پژوهش، کینتین، بنزیل‌آدنین و ۲-ایزوپنتنیل آدنین تاثیری در ایجاد شاخه جانبی نداشتند. اما تیمار بنزیل‌آدنین در غلظت ۵۰۰ میلی گرم در لیتر باعث تولید ۱۲/۲ شاخه جانبی در مقایسه با ۴/۹ شاخه در گیاهان شاهد (آزمایش پاییزی) و ۸/۲ شاخه در مقایسه با ۳/۹ شاخه در شاهد (آزمایش بهاری) شد. این نتایج نشان داد که تیمار تابستانه تاثیر بهتری نسبت به تیمار زمستانه داشت (Henny and Fooshee, 1986). در آزمایشی، اسپاتی‌فیلوم رقم تاسون[۵] که در گلدانهای ۱۰ سانتی‌متری کشت شده بودند با سطوح ۰، ۲۵۰، ۵۰۰ میلی گرم در لیتر بنزیل‌آدنین تیمار شدند. نتایج نشان داد، تیمار خاکی به شکل معنی‌داری شمار برگ‌های جانبی را در مقایسه با گیاهان شاهد و گیاهانی که زیر تیمار محلول‌پاشی با بنزیل‌آدنین قرار گرفته بودند افزایش داد. برگ‌های جدید جانبی ۴ هفته پس از تیمار مشاهده شدند و بیشترین افزایش برگزایی ۸ هفته پس از تیمار مشاهده گردید. افزایش ارتفاع گیاهانی که زیر تیمار خاکی قرار گرفتند ۲۰ هفته پس از تیمار کمتر از گیاهانی بود که زیر تیمار محلول‌پاشی قرار گرفته بودند (Henny and Fooshee, 1985). در گزارشی بنزیل‌آدنین در غلظت ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر به طور معنی داری باعث افزایش ارتفاع و شمار برگ در کروتون[۶] شد (Nahed and EL-Aziz, 2007). نتیجه پژوهشی نشان داد که کاربرد ۵۰۰ میلی گرم در لیتر بنزیل آدنین، بیشترین شاخه را در شیپوری[۷] تولید نمود و کمترین آن در تیمار شاهد به‌دست آمد (Majidian *et al*., 2011).

تنظیم‌کننده رشد گیاهی جیبرلیک اسید و بنزیل‌آدنین به‌وسیله افزایش رشد در گیاهان برگ زینتی به پرورش‌دهندگان این امکان را می‌دهد تا بتوانند در تولید تجاری فیکوس بنجامین در مدت زمان پیش‌بینی شده در طی سال برنامه‌ریزی خوبی برای بازار داشته باشند. تاکنون این مساله به صورت پژوهشی در کشور بررسی نشده است، بنابراین محلول‌پاشی جیبرلیک اسید و بنزیل آدنین برای دستیابی به ترکیب هورمونی مناسب برای افزایش رشد گیاه از هدف‌های این پژوهش بود.

۱- *Anthurium andraeanum* ۲- *Pinus sylvestris* ۳- *Picea glauca* ۴- *Spathiphyllum wallissi* ۵- Tason
۶- *Codiaeum variegatum* ۷- *Zantedeschia aethiopica*

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1400.6.2.1.1]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.6.2.107]

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و شرایط کشت

این پژوهش برای بررسی تاثیر کاربرد جیبرلیک اسید و بنزیل‌آدنین بر رشد و نمو فیکوس بنجامین در گلخانه پژوهشی گیاهان آپارتمانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت صورت گرفت. قلمه‌های ریشه‌دار شده یکنواخت فیکوس بنجامین که دارای ارتفاع ۵ ± ۲۵ سانتی‌متر بودند تهیه شده (شش ماه قبل از آزمایش تکثیر گردیدند) و برای کشت در گلدان انتخاب شدند. در این آزمایش از گلدان‌های پلاستیکی با رنگ مشکی، با قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر استفاده شد (Salehi Sardoei and Rahbarian, 2016).

بستر کشت مورد استفاده در این پژوهش ترکیبی از پیت ماس، خاکبرگ، ماسه شسته شده و پوسته برنج به نسبت مساوی ۱:۱:۱:۱ (v/v) بود (Salehi Sardoei and Rahbarian, 2016). از لایه‌ای از سنگریزه نیز برای خروج آب اضافی در کف گلدان‌ها استفاده شد. میانگین دمای روزانه و شبانه در گلخانه در اواخر بهار و تابستان به ترتیب دمایی معادل ۲ ± ۳۲ و ۲ ± ۲۸ درجه سلسیوس بود، رطوبت نسبی گلخانه بالای ۷۰٪ در نوسان بود. در این پژوهش، آبیاری به‌وسیله سیستم مه‌افشان انجام شد به‌طور میانگین روزانه ۱۲ مرتبه سیستم مه‌پاش گیاهان را آبیاری می‌کردند، در فصل بهار و تابستان به مدت ۸ دقیقه با فواصل زمانی یک ساعت آبیاری صورت گرفت. تغذیه گیاهان به‌طور یکسان با محلول غذایی میکرو (شرکت غنچه) با غلظت ۳ میلی گرم در لیتر در طی چهار نوبت یعنی در هفته‌های ۲، ۴، ۶ و ۸ پس از کاشت انجام شد و در هر مرحله گلدان‌ها با حدود ۱۰۰ سی‌سی محلول آبیاری شدند. محلول غذایی حاوی عناصر نیتروژن ۸ میلی گرم در لیتر، فسفر ۴ میلی گرم در لیتر، پتاس ۵ میلی گرم در لیتر و عناصر میکرو شامل آهن، مس، روی، منگنز، مولیبدن و بر بود.

تنظیم‌کننده رشد گیاهی جیبرلیک اسید و بنزیل آدنین در سه سطح ۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر تهیه شد و در ۳ مرحله، با فواصل زمانی ۱۵ روز یک بار بر اندام هوایی گیاه محلول‌پاشی شدند (Carey *et al.*, 2008). برای ماندگاری بیشتر تنظیم‌کننده‌ها و جذب بهتر محلول از ماده توئین-۲۰ (۰/۱٪) در محلول استفاده گردید. محلول پاشی هورمونی در ساعت‌های آغازین صبح با دستگاه افشانه روی شاخساره گیاهان انجام شد. برای گیاهان شاهد از آب مقطر استفاده شد. تنظیم‌کننده رشد جیبرلیک اسید، بنزیل‌آدنین و توئین-۲۰ از شرکت سیگما (ساخت کشور آمریکا توسط شرکت وارد کننده شیمی گستران آران) تهیه شد.

صفات مورد اندازه‌گیری

ارتفاع گیاه، قطرساقه گیاه، شمار برگ، سطح برگ، میزان کلروفیل، شمار میانگره، طول شاخه جانبی، شمار شاخه جانبی، حجم ریشه، طول ریشه، وزن تر و خشک برگ، ساقه، ریشه و وزن کل گیاه و میزان رنگدانه‌های نورساختی (کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، کارتنوئیدها، مجموع رنگدانه‌ها)، قندهای احیایی و کربوهیدرات محلول در تیمارهای مختلف اندازه‌گیری گردید. محتوای کلروفیل در ۱۸۰ روز پس از محلول‌پاشی با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج (Spad) مدل CL-01 (ساخت کشور انگلستان توسط شرکت وارد کننده بانی کیمیا) در ساعت ۹/۳۰-۱۰ صبح (به‌علت شادابی و تازگی برگ‌ها) در برگ‌های جوان انجام شد. همچنین سطح برگ، ۱۸۰ روز پس از محلول‌پاشی اندازه‌گیری شد، از هر گلدان سه برگ از بالا، وسط و پایین ساقه تهیه و توزین شده و سپس شکل آن ها روی کاغذ A4 شابلون و قیچی شده و این برگ‌های کاغذی و یک کاغذ A4 هم وزن

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1400.6.2.1.1]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.6.2.107]

شده و یادداشت شد. سطح کاغذ A4 تعیین و با استفاده از دو تناسب سطح برگ بر حسب سانتی‌مترمربع محاسبه گردید. همین‌طور حجم ریشه به‌وسیله استوانه مدرج در سانتی‌مترمکعب تعیین شد. وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه و کل گیاه در هر نمونه از راه خشک کردن در دستگاه آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سلسیوس در هر گلدان تعیین شد. برای سنجش میزان کلروفیل و کاروتنوئید از روش (Lichtenthaler, 1987) استفاده شد. برای اندازه‌گیری مقدار قندهای احیاکننده از روش (Somogy, 1952) و کربوهیدرات‌های محلول از روش (Fales, 1951) استفاده گردید.

آنالیز آماری

این پژوهش در قالب طرح به طور کامل تصادفی و با آزمایش فاکتوریل انجام شد. برای هر تیمار، چهار تکرار در نظر گرفته شد. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری پارامترها، با استفاده از نرم‌افزار SPSS و SAS زیر آنالیز واریانس یک طرفه قرار گرفتند و میانگین داده‌ها با آزمون دانکن در سطح $P <$ ۰/۰۵ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه و شمار برگ

ارتفاع گیاه با سطوح جیبرلیک اسید و بنزیل‌آدنین موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع فیکوس بنجامین شد (جدول ۱). ارتفاع گیاه صفتی است که به صورت ژنتیکی کنترل می‌شود. با این حال گزارش‌های فراوانی نشان داده که کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد می‌تواند باعث افزایش یا کاهش ارتفاع گیاه شود (Salehi Sardoei *et al*., 2018; Shahdadnezhad *et al*., 2019a). در پژوهش حاضر، تفاوت معنی‌داری در اثر کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد دیده شد و شایان ذکر است که همه تیمارها در مقایسه با تیمار شاهد، ارتفاع گیاه را افزایش دادند. بیشترین ارتفاع گیاه و شمار برگ تولیدی در گیاه به ترتیب در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید + ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین با میانگین ۹۰/۷۵ سانتی‌متر و ۲۲۵/۷۵ دیده شد (جدول ۱). افزایش ارتفاع در اثر تیمار با جیبرلیک اسید توسط پژوهشگران دیگری در آرالیای دروغین[۱] (Salehi Sardoei *et al*., 2018)، و گل صلح (Shahdadnezhad *et al*., 2019a) گزارش شده است.

سطح برگ

سطح برگ زیر تاثیر معنی‌دار تنظیم‌کننده‌های رشد قرار گرفت، بیشترین سطح برگ در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین به همراه ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید به ترتیب با میانگین ۸۳/۵۵ و ۷۴/۲۴ سانتی‌مترمربع دیده شد (جدول ۱). نتایج نشان داد که با افزایش غلظت تنظیم‌کننده‌های رشد، سطح برگ نیز به طور معنی داری افزایش پیدا کرد. سطوح ۲۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید و بنزیل‌آدنین در مقایسه با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری با هم داشتند. تاثیر جیبرلیک اسید بر افزایش وزن خشک گیاه را می توان به اثر آن بر افزایش میزان نورساخت از راه بیشتر شدن سطح برگ نسبت داد (Salehi Sardoei *et al*., 2018). گزارش شده است که جیبرلیک اسید موجب افزایش سطح برگ در گیاهان سوسن[۲] شده است (Shahdadnezhad *et al*., 2019a).

طول شاخه جانبی، شمار شاخه و حجم ریشه

۱- *Dizygotheca elegantissima*

۲- *Lilium candidum*

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1400.6.2.1.1]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.6.2.107]

تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین باعث افزایش طول شاخه جانبی، شمار شاخه و حجم ریشه به ترتیب با میانگین ۳۷/۰۸ سانتی‌متر، ۲۲/۲۵ و ۴۵/۵۰ مترمکعب بود. از پیش گزارش شده که بنزیل‌آدنین موجب افزایش شمار برگ در شیپوری شد (Yaqoubi *et al*., 2013). نتایج نشان می‌دهد که با افزایش غلظت بنزیل‌آدنین به ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر طول شاخه جانبی، شمار شاخه و حجم ریشه نیز افزایش پیدا کرد (جدول ۱). جیبرلیک اسید با زیر تاثیر قرار دادن فرایندهای یاخته‌ای از جمله انگیزش تقسیم یاخته‌ای و طویل شدن یاخته‌ها سبب افزایش رشد رویشی می‌گردد (Stuart and Jones, 1977). همچنین جیبرلین‌ها با افزایش گستردگی دیواره از راه آبکافت نشاسته به قند موجب کاهش پتانسیل آب یاخته شده و در پایان باعث ورود آب به درون یاخته و طویل شدن یاخته می شود (Arteca, 1996).

طول ریشه و فواصل میانگره

بیشترین طول ریشه و فواصل میانگره به ترتیب در تیمارهای ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید + ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین با میانگین ۸۱ سانتی‌متر و ۴۶/۴۹ میلی‌متر به‌دست آمد (جدول ۱).

محتوای کلروفیل

بالاترین محتوای کلروفیل در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین با میانگین ۶۴/۶۸ به‌دست آمد (جدول ۱). با افزایش غلظت تنظیم‌کننده‌های رشد محتوای کلروفیل نیز افزایش نشان داد، به طوری که تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. گزارش گردیده استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد جیبرلیک اسید و بنزیل‌آدنین، محتوای کلروفیل را در برگ‌های شیپوری افزایش داد (Majidian *et al*., 2013). کمترین محتوای کلروفیل در تیمار شاهد به‌دست آمد. به نظر می‌رسد تنظیم‌کننده رشد جیبرلیک اسید اثر بهتری نسبت به بنزیل‌آدنین در محتوای کلروفیل از خود نشان داده است. جیبرلین موجب انگیزش ساخت سوکروز و انتقال آن از برگ به آوند آبکش می‌شود (Arteca, 1996). به‌احتمال انگیزش ساخت سوکروز و انتقال آن به آوند آبکش در اثر کاربرد تیمار جیبرلیک اسید 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. از سویی، جیبرلین‌ها با انگیزش فعالیت برخی آنزیم‌ها پروتئاز موجب تبدیل پروتئین‌ها به اسیدهای‌آمینه از جمله تریپتوفان که پیش‌ساز اکسین است، می‌شوند. بنابراین برخی اثرهای خود را بصورت غیرمستقیم از راه اکسین نیز اعمال می‌کند (Leshem, 1973).

رنگدانه‌های نورساختی (کلروفیل a، b، کلروفیل کل، کارتنوئید و مجموع رنگدانه‌ها)

نتایج این آزمایش بیانگر این بود که تنظیم‌کننده‌های رشد جیبرلیک اسید و بنزیل‌آدنین بر رنگدانه‌های نورساختی موثر بود. بالاترین مقدار کلروفیل a، b، کل و مجموع رنگدانه‌ها در سطح ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید با میانگین ۲۱/۴۶، ۶/۸۳، ۲۸/۳۱ و ۳۰/۸۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بود (جدول ۲). نتایج مربوط به کلروفیل برگ نشان داد که تیمار جیبرلیک اسید اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد دارد که این نتایج با نتایج (Mynett *et al*., 2001) در فریزیا[۱]، (Yaqoubi *et al*., 2013) در مینا چمنی[۲] در مورد تاثیر جیبرلیک اسید بر افزایش شاخص سبزینگی برگ همسویی

۱- *Freesia* sp.

۲- *Bellis perennis*

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1400.6.2.1.1]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.6.2.107]

دارد. جیبرلیک اسید نقش ساختاری در غشاء کلروپلاست داشته و باعث انگیزش نورساخت می شود (Shahdadneghad and Salehi Sardoei, 2019a).



شکل ۱- مقایسه تیمار ترکیبی ۲۰۰ (A) و ۱۰۰ (B) میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید و بنزیل‌آدنین با تیمار شاهد (C).

Figure 1- Comparison of combined treatment of 200 (A) and 100 (B) mg^{-1} GA_3 and BA with control treatment (C).

بالاترین مقدار کارتنوئید در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید + ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید با میانگین ۳/۰۳ و ۳/۰۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر حاصل شد (جدول ۲). بررسی‌های انجام شده در زمینه تنظیم‌کننده‌های رشد مانند جیبرلیک اسید نشان می‌دهد که آن‌ها می‌توانند سبب افزایش میزان رنگیزه‌های مطرحی همچون کارتنوئیدها شوند (Salehi Sardoei *et al*., 2018; Shahdadnezhad *et al*., 2019a, b; Glick *et al*., 2007; Kim *et al*., 2006).

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1400.6.2.1.1]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.6.2.107]

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.26765993.1400.6.2.1.1]

[DOI: 10.52547/flowerjournal.6.2.107]

جدول ۱- اثر محلول‌پاشی جیبرلیک اسید و بنزیل‌آدنین بر شاخص‌های رشدی فیکوس بنجامین.

Table 1- Effects of GA_3 and BA on growth parameters of *Ficus benjamina.*

جیبرلیک اسید (میلی‌گرم در لیتر) GA_3 ($mg\ L^{-1}$)	بنزیل‌آدنین (میلی‌گرم در لیتر) BA ($mg\ L^{-1}$)	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Plant height (cm)	شمار برگ در گیاه Leaves per plant	سطح برگ (سانتی متر مربع) Leaf area (cm^2)	طول شاخه جانبی (سانتی‌متر) Lateral shoot length (cm)	شمار شاخه Number of shoots	حجم ریشه (مترمکعب) Root volume (m^3)	طول ریشه (سانتی‌متر) Root length (cm)	فواصل میانگره (میلی‌متر) Internode length (mm)	قطر ساقه (سانتی‌متر) Stem diameter (mm)	محتوای کلروفیل برگ Leaf chlorophyll content
0	0	75.5^{c}	150.75^{d}	60.98^{d}	30.08^{a}	16.75^{c}	17^{c}	44.25^{cde}	33.16^{cd}	0.62^{a}	51.1^{c}
	100	76.75^{c}	171.25^{cd}	56.64^{d}	31.83^{a}	18^{bc}	21.5^{bc}	32.75^{e}	38.91^{abcd}	0.55^{ab}	59.77^{ab}
	200	79.25^{bc}	174.25^{c}	60.16^{d}	37.08^{a}	22.25^{a}	45.5^{a}	38.75^{de}	32.41^{d}	0.53^{ab}	57.99^{abc}
100	0	88.25^{ab}	187.25^{bc}	68.24^{c}	31.58^{a}	$19b^{c}$	22.5^{bc}	61.75^{b}	34.91^{bcd}	0.56^{ab}	54.09^{bc}
	100	78^{c}	179.5^{c}	70.4^{c}	30.66^{a}	19.25^{bc}	23.5^{bc}	49.75^{bcd}	40.91^{abc}	0.6^{a}	57.05^{abc}
	200	79^{bc}	225.75^{a}	56.95^{d}	32.74^{a}	20^{ab}	28.5^{b}	39^{de}	46.49^{a}	0.59^{a}	57.93^{abc}
200	0	83.75^{abc}	180^{c}	74.13^{bc}	30.16^{a}	17.25^{c}	27^{b}	81^{a}	46.91^{a}	0.6^{a}	60.95^{ab}
	100	84.75^{abc}	203.5^{ab}	78.24^{ab}	30.38^{a}	20.25^{ab}	28.5^{b}	60.25^{bc}	43.08^{ab}	0.45^{b}	62.49^{a}
	200	90.75^{a}	225.75^{a}	83.55^{a}	30.99^{a}	16.75^{c}	24.5^{b}	62.75^{b}	44.99^{a}	0.44^{b}	64.68^{a}

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح ۵٪) اختلاف معنی‌دار ندارند.

In each column, means with the same letters are not significantly different using DMRT ($P< 0.05$).

جدول ۲- اثر جیبرلیک اسید و بنزیل‌آدنین بر رنگدانه‌های نورساختی فیکوس بنجامین.

Table 2- Effects of GA_3 and BA on photosynthetic pigments of *Ficus benjamina*.

جیبرلیک اسید (میلی‌گرم در لیتر) GA_3 (mg L^{-1})	بنزیل‌آدنین (میلی‌گرم در لیتر) BA (mg L^{-1})	رنگدانه‌های نورساختی (میلی‌گرم در میلی‌لیتر) Photosynthetic pigments (mg ml^{-1})				
		کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	کارتنوئیدها Carotenoids	مجموع رنگدانه‌ها Total pigments
	0	17.4^{e}	2.84^{d}	20.25^{e}	1.14^{a}	20.69^{d}
0	100	18.4^{de}	4.9^{bc}	23.31^{d}	2.04^{a}	25.35^{c}
	200	19.34^{cd}	4.38^{c}	23.72^{d}	1.73^{a}	25.46^{c}
	0	18.74^{d}	6.5^{a}	25.25^{c}	3.01^{a}	28.26^{c}
100	100	19.61^{cd}	6.51^{a}	26.13^{bc}	3^{a}	29.21^{ab}
	200	20.16^{bc}	5.72^{ab}	25.88^{c}	3.03^{a}	28.99^{ab}
	0	20.31^{abc}	6.27^{a}	26.58^{bc}	2.78^{a}	29.37^{ab}
200	100	20.91^{ab}	6.64^{a}	27.55^{ab}	2.88^{a}	30.44^{a}
	200	21.46^{a}	6.83^{a}	28.31^{a}	2.48^{a}	30.8^{a}

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح ۵٪) اختلاف معنی‌دار ندارند.

In each column, means with the same letters are not significantly different using DMRT ($P< 0.05$).

کمترین مقدار رنگدانه‌های نورساختی در تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۲). کلروفیل در گیاهان از نظر جذب و به‌کارگیری انرژی نورانی در نورساخت نقش اساسی اولیه را دارد. لذا تاثیر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی روی زیست‌ساخت و تجزیه کلروفیل به طور مستقیم روی نورساخت موثر واقع می‌شود (Shahdadneghad and Salehi Sardoei, 2019a, b).

وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه و وزن خشک کل

تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید + ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین باعث افزایش معنی‌دار در صفات وزن خشک برگ، ساقه، ریشه و وزن خشک کل نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۳). وزن خشک گیاه به شکل معنی‌داری زیر تاثیر تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید + ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین قرار گرفت. این افزایش ماده خشک می‌تواند ناشی از افزایش ارتفاع گیاه، شمار شاخه‌ها و برگ‌ها باشد. همچنین مشاهده شد پارامترهای دیگری مثل سطح برگ و محتوای کلروفیل و پارامترهای شیمیایی مثل میزان کلروفیل و کارتنوئید برگ، میزان قند احیایی و کربوهیدرات محلول نیز افزایش یافتند که این پارامترها می‌توانند باعث افزایش وزن خشک گیاه شوند (Salehi Sardoei *et al*., 2014b). استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی جیبرلیک اسید وبنزیل‌آدنین باعث افزایش وزن خشک برگ در مقایسه با تیمار شاهد شدند (Yaqoubi *et al*., 2013) که با نتایج این پژوهش همسویی دارد. تاثیر جیبرلیک اسید بر افزایش میزان ماده خشک گیاه را می‌توان به اثر آن بر افزایش میزان نورساخت از راه بیشتر شدن سطح برگ نسبت داد (Lester *et al*., 2002).

وزن تر برگ، وزن تر ساقه، وزن تر ریشه و وزن تر کل

تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید + ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین باعث افزایش معنی‌دار در صفات وزن تر برگ، ساقه، ریشه و وزن تر کل نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۳). افزایش وزن تر گیاه می‌تواند ناشی از افزایش شمار برگ در

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1400.6.2.1.1]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.6.2.107]

هر گیاه باشد. نتایج مشابهی (Bhattacharya *et al.*, 1995) در شمعدانی[1] گزارش شده است. انتقال ناکافی اسمیلات‌های نورساختی به اندام‌های در حال رشد، مهم‌ترین عامل محدودکننده در بسیاری از گیاهان است. این محدودیت را می‌توان با استفاده از مواد مصنوعی تنظیم‌کننده‌های رشد که باعث بهبود ساختار شاخساره و افزایش تولید از راه دست‌ورزی رابطه منبع و مخزن می‌شوند، رفع نمود. در همه تیمارها، وزن تر و خشک گیاه در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت. وزن تر برگ، ساقه، ریشه و وزن تر کل در فیکوس بنجامین به شکل معنی‌داری با کاربرد ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید + ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین افزایش یافت (جدول ۳).

جدول ۳- اثر سطوح جیبرلیک اسید و بنزیل‌آدنین بر وزن تر و خشک برگ، ساقه، ریشه و وزن کل فیکوس بنجامین.

Table 3- Effects of GA_3 and BA on fresh weight and dry weight of leaf, shoot, root and total weight of *Ficus benjamina.*

جیبرلیک اسید (میلی‌گرم در لیتر) GA_3 ($mg\ L^{-1}$)	بنزیل‌آدنین (میلی‌گرم در لیتر) BA ($mg\ L^{-1}$)	وزن تر (گرم) Fresh weight (g)				وزن خشک (گرم) Dry weight (g)			
		برگ Leaf	ساقه Stem	ریشه Root	کل Total	برگ Leaf	ساقه Stem	ریشه Root	کل Total
	0	52.01^{d}	28.1^{c}	19.24^{b}	99.35^{e}	12.77^{d}	6.9^{c}	3.86^{b}	23.54^{e}
0	100	54.81^{d}	36.84^{b}	20.52^{b}	113.67^{de}	13.46^{d}	9.04^{b}	4.12^{b}	26.62^{de}
	200	61.3^{cd}	36.86^{b}	18.32^{b}	116.5^{cde}	15.05^{cd}	9.05^{b}	3.68^{b}	27.66^{cde}
	0	66.6^{bcd}	42.18^{b}	18.21^{b}	127^{bcd}	16.36^{bcd}	10.36^{b}	3.66^{b}	30.38^{bcd}
100	100	74.98^{abc}	36.85^{b}	27.73^{a}	139.56^{abc}	18.41^{abc}	9.05^{b}	5.57^{a}	33.04^{bc}
	200	78.05^{ab}	41.73^{b}	32.26^{a}	152.04^{a}	19.17^{ab}	10.25^{b}	6.48^{a}	35.9^{ab}
	0	74.9^{abc}	42.19^{b}	26.67^{a}	143.78^{ab}	18.4^{abc}	10.36^{b}	5.36^{a}	34.12^{ab}
200	100	76.88^{abc}	44.8^{ab}	28.35^{a}	150.05^{a}	18.88^{abc}	11^{ab}	5.7^{a}	35.59^{ab}
	200	84.73^{a}	51.37^{a}	27.82^{a}	163.94^{a}	20.81^{a}	12.62^{a}	5.59^{a}	39.02^{a}

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح ۵٪) اختلاف معنی‌دار ندارند.

In each column, means with the same letters are not significantly different using DMRT ($P< 0.05$).

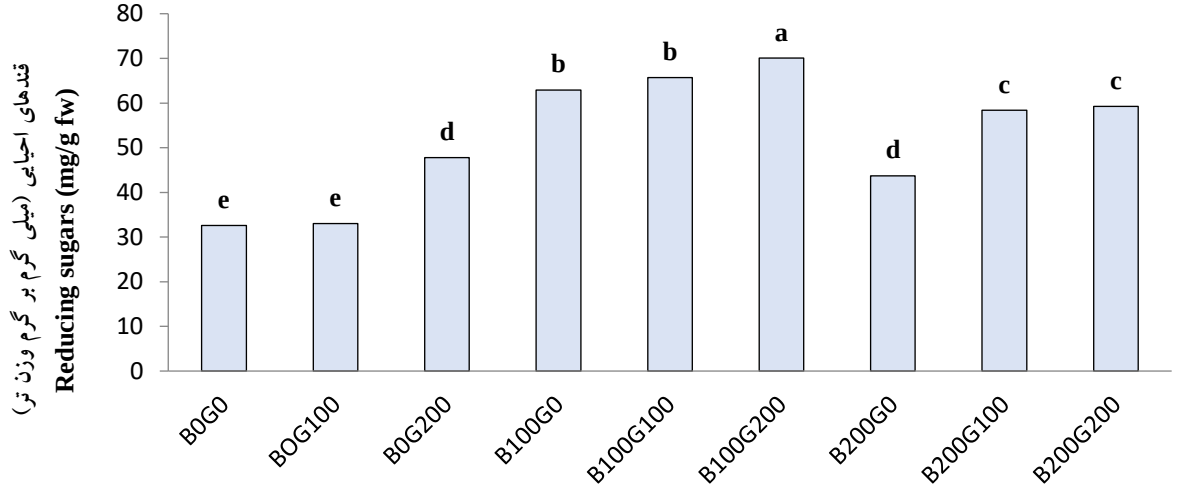
قندهای احیایی و کربوهیدرات محلول

قندهای احیایی نیز زیر تاثیر تنظیم‌کننده رشد گیاهی جیبرلیک اسید و بنزیل‌آدنین قرار گرفتند (شکل ۲). هم‌چنین نتایج نشان داد که تیمارهای ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید + ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین، ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید + ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید به ترتیب باعث افزایش معنی‌دار به میزان ۱۱۴/۹۴، ۱۰۱/۵۹ و ۹۳/۰۳ درصد برای قندهای احیایی نسبت به تیمار شاهد شدند. نتایج نشان داد که تیمارهای ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید باعث افزایش ۳۶/۰۹ درصدی مقدار کربوهیدرات محلول در فیکوس بنجامین نسبت به تیمار شاهد شد (شکل ۳). ترکیبی از عوامل بیوشیمیایی و فیزیولوژیک به همراه اثرات محیط عملکرد گیاه را تعیین می‌کنند. در این

۱- *Pelargonium hortorum*

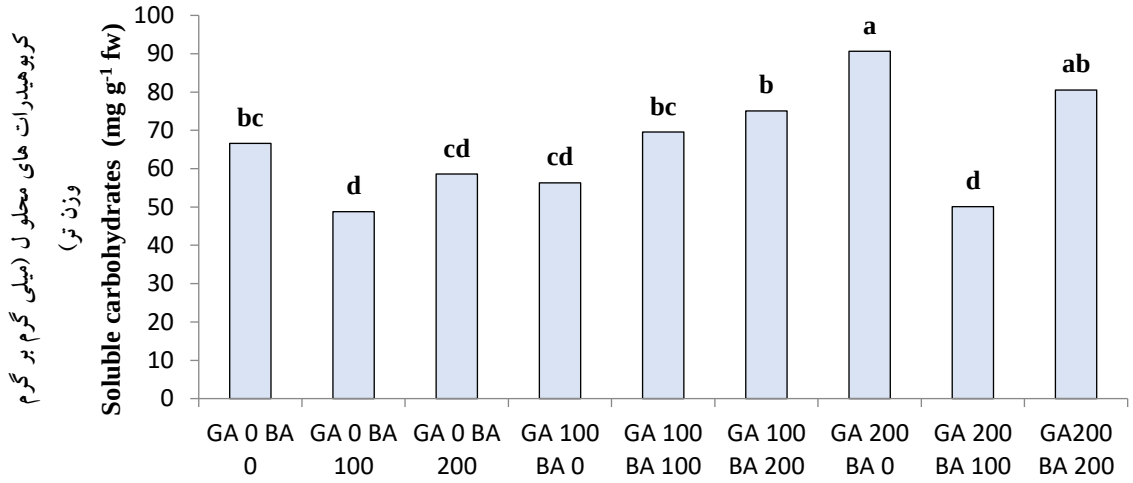
[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1400.6.2.1.1]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.6.2.107]

پژوهش مشخص شد که بین تیمارها تفاوت زیادی از لحاظ میزان قندهای احیایی و کربوهیدرات محلول وجود داشت. وجود همبستگی میان تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی جیبرلیک اسید و بنزیل‌آدنین و افزایش میزان قند احیایی برگ و کربوهیدرات محلول در بافت برگ گل صلح توسط پژوهشگران دیگر گزارش شده است (Salehi Sardoei *et al*., 2014a).



شکل ۲- تاثیر جیبرلیک اسید و بنزیل‌آدنین بر قندهای احیایی فیکوس بنجامین. G: جیبرلیک اسید و B: بنزیل‌آدنین. میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح ۵٪) اختلاف معنی‌دار ندارند.

Figure 2. Effects of gibberellic acid and benzyladenine on reducing sugars of *Ficus benjamina*. G: Gibberellic Acid and B: Benzyladenine. Means with the same letters are not significantly different using DMRT (P< 0.05).



شکل ۳- تاثیر جیبرلیک اسید و بنزیل‌آدنین بر کربوهیدرات‌های محلول فیکوس بنجامین. G: جیبرلیک اسید و B: بنزیل‌آدنین. میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح ۵٪) اختلاف معنی‌دار ندارند.

Figure 3- Effects of gibberellic acid and benzyladenine on soluble carbohydrates of *Ficus benjamina*. G: Gibberellic Acid and B: Benzyladenine. Means with the same letters are not significantly different using DMRT (P< 0.05).

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1400.6.2.1.1]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.6.2.107]

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که تنظیم‌کننده های رشد گیاهی جیبرلیک اسید و بنزیل‌آدنین به عنوان تسریع کننده رشد سبب افزایش ارتفاع و ویژگی‌های رشدی گیاه و همچنین افزایش نورساخت شد. بهترین غلظت جیبرلیک اسید و بنزیل‌آدنین ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. نتیجه این پژوهش نشان‌دهنده تاثیر تنظیم‌کننده رشد گیاهی جیبرلیک اسید و بنزیل‌آدنین در تسریع رشد از راه افزایش فعالیت کلروفیل است.

منابع

Arteca, R.N. (1996). Plant Growth Substances: Principles and Application. Chapman and Hall, New York, USA, 132p.

Bhattacharya, A.K., B.K. Rajeswararao., P.N. Kaul., Singh, K. (1995). Response of rose-scented geranium *(Pelargonium* species) to plant growth regulators. *Indian Perfumer*, *39*(2), 99-101.

Briilinger, D., Storey. J.B. (1989). Development of a production method for container growth grafted pecan buddings. *Horticultural Science*, *24*(5), 764 (Abstract.).

Carey, D., Whipker, B., Mc-Call I., Buhler, W. (2008). Benzyladenine foliar sprays increase offsets in Sempervivum and Echeveria. *Journal of Horticultural Science*, *53*, 19-21.

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

Fales, F.W. (1951). The assimilation and degradation of carbohydrates by yeast cells. *Journal of Biological Chemistry*, *193*, 113-124.

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

Ghasemi Ghehsareh, M., Kafi, K. (2011). Scientific and Practical Floriculture (Volume II). Razavi Publications, 394p. (In Persian).

Henny, R.J., Fooshee, W.C. (1985). Induction of basal shoots in Spathiphyllum ‘Tasson’ following treatment with BA. *HortScience*, *20*(4), 715-717.

Henny, R.J., Fooshee, W.C. (1986). Comparison of BA, Kinetin and 2iP for inducing basal shoot production in Spathiphyllum 'Bennett'. *CFREC-Apopka Research Report RH*, *86*,13-4.

Khosh-Khui, M., Sheiban, B., Rohani, A., Tafazoli, A. (2000). Principles of Horticulture. Shiraz University Press (In Persian).

Leshem, Y. (1973). The Molecular and Hormonal Basis of Plant Growth Regulation. Department of Life Science. Bar- Ilon University Ramat-GAn. Israel, 159p.

Lester, D.C., Carter, O.G., Kelleher F.M., 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 Agricultural Research*, *23*, 205-213.

Lichtenthaler, H.K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods of Enzymology*, *148*, 350-382.

Little C.H.A., Mac Donald, 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.

Majidian, N., Naderi, R., Khaliqi. A., Majidian, M. (2011). The effect of gibberellin and benzyladenine growth regulators on the production of Shipoori potted cultivar Zantedeschia cultivar. *Journal of Horticultural Sciences*, *25*(4), 361-368 (In Persian).

Mynett, K., Startek, L., Zurawik, P., Ploszaj, B. (2001). The effect of gibrescol and glordimex on the emergence and growth of freesia Rocz. *AR w Poznaniu CCCXXXII, Ogrodn*, *33*, 103-110 (In Polish).

Nahed, G., EL-Aziz, A. (2007). Stimulatory effect of NPK fertilizer and benzyladenine on growth and chemical constituents of *Codiaeum variegatum* L. Plant. *Amer-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science*, *2*(6), 711-719.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1400.6.2.1.1]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.6.2.107]

Salehi Sardoei, A., Rahbarian, P. (2016). Effect of media culture on growth and sucker *Pandanus* Plant. *Journal of Horticultural Science*, *30*(2), 163-168. (In Persian).

Salehi Sardoei, A., Shahdadnezhad, M. (2021). The effect Topping African marigold on Growth and flowering under foliar gibberellic acid. *Journal of Flower and Ornamental Plants*, *5*(2), 143-156. (In Persian)

Salehi Sardoei, A., Shahdadi, F., Shahdadneghad, M., Fallah Imani, A. (2014a). The effect of benzyladenine and gibberellic acid on reducing sugar of (*Spathiphyllum wallisii* Regel) plant. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, *3*(3), 328-332.

Salehi Sardoei, A., Shahadadi, F., Shahdadneghad, M., Fallaah Imani, A. (2014b). The effect of gibberellic acid on reducing sugar of Jerusalem cherry (*Solanum pseudocapsicum* L.) plant. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, *2*(2), 690 -695.

Salehi Sardoei, A., Zarinkolah, M., Alavi, S.M. (2018). Response of false aralia plant to gibberellic acid and benzyladenine application. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, *6*(1), 47-52.

Shahdadnezhad, M., Salehi Sardoei, M., Motamedi Sharak, H. (2019a). Effect of GA_3 and BA on the Growth and photosynthetic pigment changes of *Spathiphyllum wallissi*. *Journal of Plant and Biotechnology*, *14*(1), 7-14 (In Persian).

Shahdadneghad, M., Salehi Sardoei, A. (2019b). The effect of decapitating on African marigold under foliar application of gibberellic acid. *Journal of Plant and Biotechnology, 13*(4), 43-50 (In Persian).

Somogy, M. (1952). Notes on sugar determination. *Journal of Biological Chemistry*, *19*, 19-29.

Yaqoubi, L., Hatamzadeh, A., Bakhshi, D. (2013). The effect of gibberellic acid and methyl jasmonate on some morphological and physiological characteristics of two cultivars of *Bellis perennis*. Proceedings of the 8th Iranian Horticultural Sciences Congress. Bu Ali Sina University, 3096-3100 (In Persian).

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.26765993.1400.6.2.1.1]

[DOI: 10.52547/flowerjournal.6.2.107]

Flower and Ornamental Plants (2021), 6(2): 107-118
Research article
DOI: 10.52547/flowerjournal.6.2.107

Effects of gibberellic acid and benzyladenine on growth characteristics, sugars and photosynthetic pigments of *Ficus benjamina* L.

Ali Salehi Sardoei[1*], Moazzam Hassanpour Asil[2]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan
2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht

✉ alisalehisardoei@gau.ac.ir

Received: 2021/04/09, Revised: 2021/09/23, Accepted: 2021/09/28

Abstract

An important characteristic of foliage plants is the production of enough lateral or basal shoots. Among the most commonly used branching-inducers are gibberellic acid (GA_3) and N^6-benzyladenine (BA) which are synthetic cytokinins that have been shown to increase shoot number in some plant species. The aim of this research was studying the effects of synthetic branching agents on a foliage plant. The effects of GA_3 and BA on *Ficus benjamina* plant was evaluated under greenhouse condition. Plants were treated with foliar application of GA_3 and BA at 0, 100 and 200 mg L^{-1}. The plants that were treated with GA_3 and BA at 200 mg L^{-1} showed the highest number of leaves and plant height. Foliar application of 200 mg L^{-1} GA_3 + 200 mg L^{-1} BA increased photosynthetic pigments. The highest rate of soluble carbohydrates and reducing sugars were belonged to 200 mg L^{-1} GA_3 and 100 mg L^{-1} GA_3 + 200 mg L^{-1} BA, respectively. Results indicated that application of 200 mg l^{-1} of GA_3 + BA significantly promoted morphological growth, chlorophyll and carotenoid content, reduced sugars and soluble carbohydrates in *F. benjamina*.

Keywords: Foliage plant, Leaf area, Plant Growth Regulators, Photosynthetic pigment, Reducing sugar, Soluble carbohydrates.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1400.6.2.1.1]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.6.2.107]