گل و گیاهان زینتی (۱۴۰۱)، ۷(۱): ۱۳۵-۱۵۲
مقاله پژوهشی
DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.135

اثر برخی محرک‌های رشد بر گلدهی و واکنش‌های فیزیولوژیک فریزیا (*Freezia hybrida* 'Royal Crown')

محدثه هاتفی[۱]، محمود شور[۱*]، حسین نعمتی[۱]، پژمان آزادی[۲]

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲. بخش کشت بافت و مهندسی ژنتیک، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج
Shoor@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۶، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۴/۲۴، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۲۶

چکیده

مواد محرک رشد گیاهی بسته به نوع و غلظت مورد استفاده می‌توانند در افزایش گلدهی و واکنش‌های رشدی فریزیا موثر باشند. این آزمایش برای بررسی اثر نوع و غلظت سه محرک رشد بر گلدهی و تولید پداژه فریزیا به صورت طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سه نوع محرک رشد (بیورادیکانت، اکورمون و فیوتاپ) در سه غلظت ۰/۵، ۱ و ۱/۵ در هزار بود که نبودمحلول‌پاشی به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که با محلول‌پاشی ۱ در هزار از اکورمون و فیوتاپ طول برگ به ترتیب ۸/۹ و ۱۴/۵٪ و عرض برگ ۹/۸ و ۵/۲٪ نسبت به شاهد افزایش یافت. همچنین گیاهان تیمار شده با محرک رشد بیورادیکانت در غلظت ۱/۵ در هزار سطح برگ و فعالیت آنزیمی بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشتند. استفاده از محرک‌های رشد باعث کاهش زمان گلدهی و افزایش طول ساقه گلدهنده شد. استفاده از محرک‌های رشد در هر ۹ تیمار مورد بررسی در افزایش تعداد پداژک موثر بود. با کاربرد بیشترین غلظت استفاده شده از محرک‌های رشد در این آزمایش یعنی غلظت ۱/۵ در هزار، قطر پداژک در تیمارهای بیورادیکانت، اکورمون و فیوتاپ به ترتیب به ۱۰/۸۷، ۱۰/۳۳ و ۱۱/۷۸ میلی‌متر رسید. تیمار بیورادیکانت در غلظت ۱/۵ در هزار باعث افزایش ۲/۳ برابری وزن پداژک شد. کلروفیل کل از ۲۳/۲۲ میکروگرم در شرایط نبودمحلول‌پاشی به ۳۱/۸۹، ۲۹/۸۰ و ۳۱/۴۷ میکروگرم در هر گرم وزن تر برگ فریزیا در غلظت ۱/۵ در هزار محرک‌های رشد بیورادیکانت، اکورمون و فیوتاپ رسید. بر اساس نتایج به‌دست آمده غلظت‌های متفاوت از محرک‌های رشد باعث تغییر در درصد نیتروژن و فسفر موجود در برگ فریزیا شد. انباشت فسفر در برگ‌های زیر تیمار با اکورمون بیشتر از دو محرک رشد دیگر بود. به طور کلی در بین سه محرک رشد استفاده شده بیورادیکانت در غلظت‌های ۱ و ۱/۵ در هزار اثر بیشتری بر کیفیت رویشی و زایشی فریزیا داشت.

واژه‌های کلیدی: اکورمون، بیورادیکانت، رشد، کلروفیل، فیوتاپ.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.9.4]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.135]

مقدمه

در سال‌های اخیر پایداری سیستم‌های کشت و کاهش هزینه های تولید محصول از طریق کاهش نهاده‌های مصرفی مورد توجه متخصصین کشاورزی قرار گرفته است. به این منظور مواد محرک رشد گیاه به شدت مورد توجه کشاورزی پایدار بوده است (Ghaffari Nejad *et al*., 2020). محرک رشد گیاه هر ماده یا ریز جانداری است که با هدف بهبود کیفی محصول، افزایش بازده تغذیه و همچنین افزایش تحمل به انواع تنش‌های محیطی و غیرزیستی صرف‌نظر از محتوای عناصر غذایی موجود در آن به گیاه داده می‌شود (Du Jardin., 2015). علیرغم تلاش‌های اخیر، هیچ تعریف منظمی از دسته‌بندی محرک‌های رشد گیاهی درجهان، وجود ندارد. با این وجود، برخی از دسته‌بندی‌های اصلی، بطور گسترده توسط دانشمندان، تولیدکنندگان و استفاده‌کنندگان به رسمیت شناخته شده اند (Du Jardin, 2015; Calvo *et al*., 2014). این ترکیبات شامل مواد هیومیکی، عصاره جلبک‌های دریایی، اسیدهای آمینه و سایر ترکیبات حاوی نیتروژن، مایه تلقیح میکروبی، موادمعدنی از جمله عناصر مفید، نمک‌های غیر آلی از جمله فسفیت، مواد ضدتعرق، ویتامین‌ها، کیتین، کیتوزان و پلی یا الیگوساکاریدهاست (Du Jardin, 2012; Bulgari *et al*., 2015).

مواد محرک رشد اثرات فیزیولوژیک و مورفولوژیک گوناگونی دارند به طوری‌که می‌توانند به‌طور مستقیم بر متابولیسم گیاه موثر باشند (Nardi *et al*., 2016). این ترکیبات از روش‌های مختلف در افزایش رشد موثر بوده و تمام مراحل تکامل گیاه از تنژگی تا بلوغ را تحت تأثیر قرار می‌دهند. از جمله این روش‌ها می‌توان به افزایش کارایی متابولیسم در گیاه در جهت افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول، افزایش مقاومت به انواع تنش‌های غیرزیستی، تسهیل جذب، انتقال و استفاده از عناصر غذای، بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، بهبود بازده مصرف آب و افزایش رشد میکروارگانیزم‌های موجود در خاک اشاره کرد (Ghaffari Nejad *et al*., 2020). مواد محرک رشد معمولا همراه با کودهای رایج به گیاهان داده می‌شوند تا بازده مصرف کودها را افزایش دهند (Heckman, 1994). اگرچه که مواد محرک رشد اثرات بیولوژیک بسیاری دارند ولی غلظت‌های بسیاری از ترکیبات فعال موجود در آن ها آنقدر کم است که از طریق روش‌های تشخیص رایج قابل اندازه‌گیری نیستند. دامنه گسترده مولکول‌های موجود در این مواد و همچنین پیچیدگی عصاره‌ها، شناسایی ترکیبات فعال موجود در آن‌ها را مشکل ساخته است. افزون بر این، جدا سازی یک ترکیب خاص موجود در این مواد و مطالعه روی آن‌ها سبب رسیدن به جواب‌های مشخص نمی‌شود. چرا که به علت وجود ترکیبات مختلف در هر گیاه و اثرات مختلفی که این ترکیبات باهم دارند آثار متفاوت بر گیاه می‌گذارند (Guinan *et al*., 2013).

یکی از ترکیبات موجود در محرک‌های رشد اسیدهای آمینه است. جزء اساسی یاخته‌های زنده پروتئین می‌باشد که توسط زنجیرهای از اسیدهای آمینه تشکیل می‌گردد. به بیان دیگر، اسیدهای آمینه مواد اولیه برای فرآیند ساخت پروتئین می‌باشند. اهمیت نیتروژن یا اسیدهای آمینه در گیاه به علت کاربرد گسترده آن‌ها جهت زیست‌ساخت گستره وسیعی از مواد نیتروژنی غیرپروتئینی نظیر رنگدانه‌ها، ویتامین‌ها، کوآنزیم‌ها، بازهای پورین و پیریمیدین می‌باشد (Kamar *et al*., 1987). نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که اسیدهای آمینه بطورمستقیم و یا غیرمستقیم فعالیت‌های فیزیولوژیک گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و جهت افزایش عملکرد و کیفیت محصولات، کاربرد مقادیر مشخصی از اسیدهای آمینه توصیه می‌گردد (Fawzy *et al*., 2012; El-Naggar *et al*., 2009). آمینواسیدها و عصاره جلبک دریایی موجود در برخی محرک‌های رشد نه تنها در ساخت پروتئین‌ها

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.9.4]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.135]

نقش دارند، بلکه در بسیاری از فرآیندهای متابولیکی کنترل‌کننده رشد و نمو و سازگاری با شرایط طبیعی درگیر می‌باشند. علاوه بر این در تشکیل بسیاری از مولکول‌های زیستی نظیر تشکیل بخشی از کوآنزیم‌ها و یا به عنوان پیش ساز ساخت برخی از مولکول‌ها مانند گلوتامین و اورنیتین که هر کدام به ترتیب پیش سازهای نوکلئوتیدها و پلی آمین‌ها می‌باشند، نقش دارند (Alcazar *et al*., 2010). همچنین به عنوان مولکول‌های انتقال دهنده نیتروژن از بافت رویشی به بافت زایشی در گیاه عمل می‌نمایند (Zewail., 2014).

عصاره جلبک دریایی نیز اثرات متعددی بر گیاه دارد که از جمله مهم‌ترین آنها می‌توان به تحریک زیستی و خواص ضدمیکروبی آن اشاره نمود. نتایج تحقیقات بیانگر تأثیر مطلوب عصاره انواع مختلفی از جلبک‌های دریایی بر پارامترهای رشدی گیاهان مختلف می‌باشد. عصاره جلبک دریایی حاوی مقادیر بالایی از مواد آلی، ویتامین‌ها، اسیدهای چرب، انواع مختلفی از تنظیم‌کننده‌های رشد نظیر اکسین، سیتوکنین و جیبرلین می‌باشد (Crouch *et al*., 1993). تأثیرات مثبت کاربرد عصاره جلبک دریایی در نتیجه ترکیبات متعدد داخل آن می‌باشد که در غلظت‌های مختلف، اثرات هم افزایی بر روی یکدیگر دارند، اگرچه نحوه عمل آنها بخوبی شناخته نشده است (Fornes *et al*., 2002).

در پژوهشی تأثیر ترکیبات مختلفی از جمله اسیدهای آمینه و عصاره جلبک دریایی بر شاخص‌های رشدی گیاه سیر مورد ارزیابی قرار گرفت (Fawzy *et al*., 2012). نتایج پژوهش آن‌ها بیانگر تأثیر مطلوب اسیدهای آمینه و عصاره جلبک دریایی در مقایسه با شاهد بود. افزون بر این، گیاهان تیمار شده با اسیدهای آمینه در مقایسه با عصاره جلبک دریایی از شاخص‌های رشدی بالاتری برخوردار بودند.

فریزیا[۱] گیاهی زینتی از تیره زنبق[۲] است که از آفریقای جنوبی منشأ گرفته و یکی از مهم‌ترین گل‌های بریدنی در شمال اروپا به حساب می‌آید. بوی خوش، عمر گلجای طولانی و دامنه وسیع رنگ گل، آن را به یک محصول فراگیر و چند جانبه گلکاری تبدیل نموده است (Anderson., 2007). این گیاه در مقایسه با دیگر گل‌های شاخه بریده، دوره پرورش کوتاه‌تر در گلخانه و دماهای کمتری در طول ماه های زمستان نیاز دارد که این دو برتری موجب افزایش چشم گیرتولید گل فریزیا در سال‌های اخیر در ایران شده است (Khan *et al*., 2011). از عوامل موثر بر رشد و گلدهی گیاهان، تغذیه و استفاده از کودهای مناسب می‌باشد. گیاهان سوخوار به دلیل وجود ریشه‌های کم عمق و فقدان ریشه‌های فرعی فراوان، به کمبود عناصرغذایی به خصوص عناصر غذایی غیر متحرک از سایر محصولات حساسیت بیشتری دارند و به افزایش کود پاسخ بهتری می‌دهند (Brewster., 1994). فریزیا نسبت به دیگر گل‌های بریدنی ساقه گلدهنده کوتاه‌تر، استحکام کمتر و اندازه گل کوچک‌تری دارد و بنابراین، افزون بر تغذیه، استفاده از محرک‌های رشد از نکات کلیدی موفقیت در دوره پرورش این گل محسوب می‌شود. در سال‌های اخیر خیساندن اندام زیرزمینی و یا محلول‌پاشی برگی توسط محرک‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی به یک روش مرسوم برای بهبود ویژگی های رویشی، افزایش عملکرد و کیفیت گل و پداژه تبدیل شده است (Rezvanypour *et al*., 2016). استفاده از مواد محرک رشد در چند سال اخیر در ایران، افزایش چشمگیری داشته است، اما اطلاعات مدونی در مورد این ترکیبات وجود ندارد.

۱- *Freesia hybrida* var. Royal

۲- Iridaceae

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.9.4]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.135]

هدف این مقاله فراهم کردن درک بهتر از چند محرک رشد گیاهی در غلظت مناسب با هدف بررسی گلدهی و سایر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه سوخوار فریزیا بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۸ به صورت کاملاً تصادفی و در سه تکرار طراحی و اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سه نوع محرک رشد گیاهی بیورادیکانت، اکورمون و فیوتاپ و در سه غلظت ۰/۵، ۱ و ۱/۵ در هزار بود. نبود محلول‌پاشی با محرک‌های رشد (محلول‌پاشی با آب مقطر) به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. پداژه های فریزیا رقم Royal Crown از شرکت ساعی گل تهران تهیه شده و در گلدان های پلاستیکی با ارتفاع و قطر دهانه ۱۶ سانتی‌متر در عمق ۵ سانتی‌متری بستر کشت شدند. بستر کشت استفاده شده ترکیبی از کوکوپیت : پرلیت با نسبت ۲:۱ بود. در طی مدت آزمایش دوره نوری ۱۰ ساعت روشنایی، ۱۴ ساعت تاریکی، شدت نور ۷۰۰ تا ۹۰۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه، رطوبت نسبی ۷۰– ۶۵٪ و متوسط دمای روزانه ۲۰ درجه سلسیوس بود. لازم به ذکر است گلخانه محل انجام آزمایش مجهز به مه پاش بوده و رطوبت به میزان ذکر شده کنترل شد.

محلول پاشی با محرک‌های رشد گیاهی سه بار در طول دوره کشت، در زمان‌های ۳۵، ۷۰ و ۱۰۰ روز بعد از کاشت به ترتیب در مراحل قبل از گل انگیزی، تمایز جوانه‌های گل روی گل آذین و قبل از ناپدید شدن کلروفیل گلبرگ‌ها انجام شد. نبود استفاده از محرک‌های رشدی به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. در هر مرحله استفاده از محرک‌های رشد حجم مصرفی به میزان ۳۰ میلی‌لیتر به ازای هر گیاه بود. ترکیبات موجود در محرک‌های رشد مورد استفاده در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. ترکیبات موجود در محرک‌های رشد مورد استفاده.

Table 1. Compounds in growth stimulants used.

بیورادیکانت Bioradicant	درصد وزنی (%w/w)	فیوتاپ Futop	درصد وزنی (%w/w)	اکورمون Ecormon	درصد وزنی (%w/w)
اسیدهای آمینه آزاد L-free amino acids	9.8	عصاره جلبک دریایی ** Seaweed extract	6	اسیدهای آمینه آزاد L-free amino acids	6
آهن (Fe) Iron	4.4	نیتروژن کل (N) Total nitrogen	2	هورمون های گیاهی* Plant hormones	1.5
نیتروژن کل (N) Total nitrogen	2.7	منیزیم (Mg) Magnesium	0.3	مولیبدن (Mo) Molybdenum	4
منگنز (Mn) Manganese	0.96	کلات آهن (Fe-EDTA) Iron	0.21	فسفر (P_2O_5) Phosphorous	5
روی (Zn) Zinc	0.09	کلات منگنز (Mn-EDTA) Manganese	0.1	نیتروژن (N) Total nitrogen	3.5
بر (B) Boron	0.19	کلات روی (Zn-EDTA) Zinc	0.53		
مولیبدن (Mo) Molybdenum	0.048	کلات مس (Cu-EDTA) Copper	0.05		

* اکسین، سیتوکنین و جیبرلین با منشأ طبیعی

** *Ascophyllum nodosum*

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.9.4]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.135]

با توجه به اطلاعات این جدول محرک‌های رشد بیورادیکانت و اکورمون حاوی ۹/۸ و ٦٪ اسید آمینه تریپتوفان و محرک رشد فیوتاپ به عنوان ترکیب غالب حاوی ٦٪ عصاره جلبک دریایی می‌باشد. شایان ذکر است که با توجه به اینکه محرک‌های رشد گیاهی باعث تحریک به رشد گیاهان می شوند و از سوی دیگر جهت رشد نیازمند به عناصر ماکرو و میکرو می‌باشند، بنابراین در طول دوره آزمایش، گیاهان هر ماه یک مرتبه با کود کامل ۲۰:۲۰:۲۰ تغذیه گردیدند. مشاهدات به صورت هفتگی انجام شد و پس از گذشت سه ماه از شروع آزمایش، صفات ذیل اندازه‌گیری شد. صفات رویشی و زایشی: در ابتدای فاز زایشی طول برگ، عرض برگ و سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (Delta T Device, UK) در هر بوته اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ از هر تکرار یک بوته تخریب شد و سطح برگ کل بوته محاسبه شد. زمان گلدهی به صورت میانگین تعداد روز از زمان کاشت تا ظهور ساقه گلدهنده محاسبه شد. تعداد ساقه جانبی، طول ساقه گلدهنده و تعداد گلچه به ازای هر ساقه گلدهنده، قطر و طول بزرگترین گلچه محاسبه شد. بعد از برداشت گل‌ها، آبیاری به مرور کاهش یافت تا برگ‌ها زرد شدند. سپس پداژه و پداژک‌ها از محیط کشت بیرون آورده شدند. تعداد، وزن و قطر پداژک‌ها (با کولیس دیجیتال) شمارش شدند.

محتوای کلروفیل: برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل ۲۰۰ میلی‌گرم برگ تازه از برگ‌های جوان کاملاً توسعه یافته جدا و استخراج رنگدانه ها با استفاده از ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۹٦ درصد انجام شد. میزان جذب در طول موج‌های ٤٧٠، ٦٥٣ و ٦٦٦ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر مدل (Bio Quest, CE 2502, UK) خوانده شد. در پایان نیز براساس روابط زیر مقدار کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئید کل محاسبه شد (Dere *et al*., 1998).

CHL a= 15.65 A 666-7.34 A 653
CHL b=27.05 A 653-11.21 A 666
CX+C=1000 A 470-2.860 CHLa-129.2 CHL b/245
CHL t=CHL a+ CHL b + CX+C

CHL a: میزان کلروفیل (a) ؛ CHL b: میزان کلروفیل (b) ؛ CX+C: کاروتنوئید و CHL t: کلروفیل کل.

اندازه‌گیری عناصر ماکرو (N-P-K): برای اندازه گیری غلظت عناصر غذایی برگ، قبل از گلدهی و مصرف عناصر غذایی جهت ورود گیاه به فاز گلدهی، از برگ‌ها نمونه برداری شد. نمونه‌های برگ پس از شسته شدن به مدت ٤٨ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک و سپس آسیاب شدند. نیتروژن کل به روش کجلدال تعیین و به صورت درصد بیان شد. فسفر به روش کالریمتری (با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ٤٧٠ نانومتر) انداز ه گیری شد. پتاسیم به روش فلیم فتومتری با دستگاه فلیم فتومتر اندازه گیری شد. آنالیز آماری داده‌های این پژوهش با استفاده از نرم افزار Jmp 4 صورت گرفت و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵٪ انجام شد.

اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان:

سوپراکسید دسموتاز(SOD): از نمونه‌های برگی فریز شده فریزیا به میزان ۲۰۰ mg وزن تر در۳ ml بافر-KH2PO4 K2HPO4 حاوی ۰/۱ میلی‌مول EDTA ساییده و سپس با دور ۱۲۰۰۰ به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. بخش روشناور

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.9.4]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.135]

حاصل برای سنجش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) با روش فوتوشیمیایی استفاده شد. ml ۳ مخلوط واکنش حاوی: cc ۱/۵ بافر KH2PO4-K2HPO4، حاوی m mol ۰/۱ ترکیب EDTA، Na2CO3 ۳۰۰ m mol، L- ۳۰۰ m mol methionin، Nitro Blue Tetrazoliumchloride ۳۰۰m mol، ۳۰۰m mol ریبوفلاوین و m mol ۳۰۰ عصاره آنزیمی تهیه شد و لوله ها به مدت ۱۰ دقیقه در معرض نور قرار گرفتند. سپس دانسیته نوری آن در ۵۶۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. یک واحد فعالیت SOD براساس مقدار آنزیم مورد نیاز برای مهار ۵۰ درصد سرعت احیا NBT محاسبه و براساس تغییرات جذب در میلی‌گرم پروتئین بیان شد.

آنزیم آسکوربات پراکسیداز (APX): از نمونه‌های منجمدشده به میزان mg ۲۰۰ وزن تر در ml ۳ بافر-K2HPO4) KH2PO4) حاوی m mol EDTA ۰/۱ ساییده و سپس با دور ۱۲۰۰۰ به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. تمام مراحل فوق در ٤ درجه سانتی‌گراد انجام شد. بخش روشناور حاصل برای سنجش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز مورد استفاده قرار گرفت. ml ۳ مخلوط واکنش حاوی: ۱۶۰۰ میکرو لیتر بافر فسفات پتاسیم حاوی ۰/۱ میلی‌مول EDTA، ۵۰۰ میکرولیتر آسکوربیک اسید، ۵۰۰ میکرولیتر پراکسید هیدروژن و ٤۰۰ میکرو لیتر عصاره آنزیمی تهیه و اکسیداسیون آسکوربات در طول موج ۲۹۰ نانومتر به مدت یک دقیقه سنجیده شد و فعالیت آنزیم براساس تغییرات جذب در میلی‌گرم پروتئین بیان شد.

نتایج و بحث

طول، عرض و سطح برگ

با توجه به نتایج جدول ۲ اثرات سه محرک رشد در غلظت‌های مورد استفاده بر صفات مربوط به برگ فریزیا معنی‌دار شد. به این ترتیب بیشترین طول و عرض برگ در تیمار بیورادیکانت و در غلظت ۱/۵ در هزار بدست آمد (٥٤ سانتی‌متر طول برگ و ۱/۹ سانتی‌متر عرض برگ). در دو محرک رشد اکورمون و فیوتاپ نیز افزایش غلظت این مواد باعث افزایش طول و عرض برگ فریزیا شد. به این ترتیب با محلول‌پاشی ۱ در هزار از اکورمون وفیوتاپ طول برگ به ترتیب ۸/۹ و ۱٤/٥٪ و عرض برگ ۹/۸ و ۵/۲٪ نسبت به شاهد (نبود محلول‌پاشی) افزایش یافت. به طوری‌که طول و عرض برگ در تیمار شاهد به ترتیب ۳۸/۲۳ و ۱/۵۳ سانتی‌متر بود. این مقادیر در اکورمون و فیوتاپ ۱ در هزار به ترتیب ٤۱/٦۷ و ٤۲/۹۳ سانتی‌متر برای طول برگ و ۱/٦۸ و ۱/٦۱ سانتی‌متر برای عرض برگ بود. همچنین گیاهان تیمار شده با محرک رشد بیورادیکانت در غلظت ۱/۵ در هزار سطح برگ بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشت (۳۵۸ سانتی‌متر مربع). کمترین سطح برگ در تیمارهای شاهد (۲٦۹ سانتی‌متر مربع)، اکورمون نیم در هزار (۲۷۷ سانتی‌متر مربع) و فیوتاپ نیم در هزار (۲٦٦ سانتی‌متر مربع) مشاهده شد (جدول ۳). تحقیقات نشان می‌دهد که اسیدهای آمینه اثر کلات کنندگی بر عناصر کم مصرف دارد و هنگامی که با عناصر کم مصرف مورد استفاده قرار می گیرد در جذب و انتقال بهتر این عناصر در گیاه موثر هستند. مجموعه اسیدهای آمینه و عناصر کم مصرف به عنوان محرک زیستی شناخته می شوند که در افزایش رشد و عمکرد گیاه نقش به سزایی دارند. این ترکیبات باعث افزایش جذب آب و موادغذایی در گیاه شده و به این ترتیب بازده نورساختی و به دنبال آن تجمع ماده خشک را در گیاه افزایش می‌دهند (Kowalczyk *et al*., 2008). تأثیر محرک‌های رشد بر طویل شدن برگ گل نسرین (Kharazi, 2016) و افزایش سطح برگ فریزیا (Abdalla, 2019) نیز گزارش شده است. به طوری‌که کاربرد محرک‌های رشد بیورادیکانت، اکورمون و فیوتاپ به ترتیب در غلظت‌های ۱، ۰/۵ و ۱ در هزار باعث افزایش سطح برگ، طول و عرض برگ گل نسرین شد (Kharazi, 2016).

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.9.4]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.135]

با توجه به اینکه پایه اصلی این محرک‌های رشد اسیدهای آمینه است این نتایج را می‌توان به نقش اسیدهای آمینه بر ساخت یاخته‌های جدید نسبت داد. اسیدهای آمینه با احیای آنزیم‌های خاص می‌توانند در ساخت پروتئین‌ها و ساخت یاخته‌های جدید موثر باشند (Levitt, 1980). گزارش شده است کاربرد محرک رشد تریپتوفان بر افزایش تعداد برگ، سطح برگ، طول و عرض برگ و همچنین افزایش وزن خشک برگ گیاه آماریلیس اثرگذار است (El-Naggar, 2009). بهبود صفات وابسته به برگ با کاربرد فیوتاپ می‌تواند به خاطر اسیدهای آمینه و عصاره جلبک دریایی موجود در این محرک رشد باشد (Mohammad Osman, 2015). بررسی ها بر دو رقم سیر نشان داد محرک‌های رشد حاوی اسیدهای آمینه و عصاره جلبک دریایی بر افزایش سطح برگ و افزایش وزن تر و خشک برگ گیاهان موثر بود (Levitt, 1980). فاوزی و همکاران (Fawzy *et al*., 2012) نیز گزارش کردند که کاربرد محرک‌های رشد دارای اسیدهای آمینه و همچنین عصاره جلبک دریایی بر شاخص‌های رشدی موثر است به طوری‌که استفاده از این ترکیبات باعث افزایش وزن تر و خشک برگ در مقایسه با شاهد شد. در مطالعه حاضر نیز محلول‌پاشی برگی فریزیا بر صفات وابسته به برگ اثر قابل‌توجهی داشت. به نظر می‌رسد محرک‌های رشد در جذب بهتر کودهای شیمیایی مثل ۲۰-۲۰-۲۰ در گیاه موثر است و با افزایش جذب موادغذایی باعث بهبود صفات رشدی گیاه می‌شود (Kharazi, 2016). مطالعات ایشان همچنین نشان داد محرک رشد بیورادیکانت که حاوی ۱۰٪ اسید آمینه بود تأثیر بیشتری بر بهبود صفات رشدی برگ نسرین در مقایسه با اکورمون و فیوتاپ داشت. این درحالی است که فیوتاپ با ٦٪ عصاره جلبک دریایی و اکورمون با ٦٪ اسید آمینه نیز در مقایسه با شاهد (نبود استفاده از محرک‌های رشد) بر افزایش سطح، طول و عرض برگ فریزیا نقش موثر داشت. افزایش سطح برگ فریزیا می‌تواند به علت عناصر موجود در محرک‌های رشدی به ویژه نیتروژن، منیزیم و آهن باشد که منجر به افزایش رشد رویشی می‌گردد (Abdalla, 2019).

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.9.4]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.135]

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-18]

[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.9.4]

[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.135]

جدول ۲. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات ارزیابی‌شده تحت اثر غلظت‌های متفاوت سه محرک رشد گیاه

Table 2. ANOVA (mean squares) for the effects of evaluated traits under different concentrations of three plant growth stimulants

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی **Df**	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	سطح برگ Leaf surface	زمان گلدهی Flowering time	طول ساقه گلدهنده Floral stem length	تعداد گلچه Floret number	قطر بزرگترین گلچه The largest floret diameter	طول بزرگترین گلچه The largest floret length	تعداد ساقه گلدهنده جانبی Lateral floral spike number	قطر پداژک Cormlet diameter
تیمار Treatment	9	102.11**	0.056**	3061.94**	72.99**	47.14**	18.30**	31.40**	29.02**	1.31**	8.70**
خطا Error	20	0.511	0.00069	29.86	5.46	0.69	1.61	0.70	1.73	0.12	0.89
ضریب تغییرات CV%		10	5.5	10.2	12.58	13.45	15.21	10.02	14.65	11.28	15.28

ادامه جدول ۲

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد پداژک Cormlet number	وزن پداژک Cormlet weight	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کارتنوئید Carotenoid	کلروفیل کل Total chlorophyll	نیتروژن Nitrogen	فسفر Phosphorus	پتاسیم Potassium	سوپراکسیددیسموتاز SOD	آسکوربات پراکسیداز APX
تیمار Treatment	9	0.885**	2.47**	20.96**	1.87**	0.329*	28.42**	0.20**	0.0052**	0.040^{ns}	32.33**	18.87**
خطا Error	20	0.166	0.17	1.06	0.13	0.11	1.18	0.017	0.00077	0.031	1.53	0.69
ضریب تغییرات CV%		14.28	16.27	14.18	13.58	15.98	14.23	10.25	11.36	12.25	18.52	21.25

^{ns}، ** و * به ترتیب نبود معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵٪

^{ns}, ** and *: non-significant, significant at $p\leq0.01$ and $p\leq0.05$, respectively

جدول ۳- اثر غلظت‌های متفاوت محرک‌های رشد گیاهی بر برخی صفات فریزیا

Table 3 - The effect of different concentrations of plant growth stimulants on some traits of *Freesia hybrida*

تیمار	طول برگ (cm)	عرض برگ (cm)	سطح برگ (cm^2)	زمان گلدهی (day)	قطر بزرگترین گلچه (mm)	طول بزرگترین گلچه (mm)	تعداد ساقه جانبی	قطر پداژک‌ها (mm)	تعداد پداژک	وزن پداژک (g)	کلروفیل a (µg/gfw)	کلروفیلb (µg/gfw)	کارتنوئید (µg/gfw)	نیتروژن برگ (٪)	فسفر برگ (٪)
Treatment	Leaf length	Leaf width	Leaf surface	Flowering time	The largest floret diameter	The largest floret length	Lateral floral spike number	Cormlet diameter	Cormlet number	Cormlet weight	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Carotenoid	Leaf Nitrogen	Leaf Phosphorus
شاهد Control	38.23h	1.53g	269/04gh	111.00a	31.07f	44.84cd	1.44f	9.33d	0.67d	2.17de	16.32e	6.90ef	1.65c	1.66e	0.29d
بیورادیکانت۰/۵ Bioradicalant 0.5	50.41c	1.57ef	280/72ef	107.00ab	35.07cd	45.40cd	2.27cde	9.90cd	1.33cd	2.12e	17.90e	6.85ef	1.70c	1.96cd	0.37bc
بیورادیکانت ۱ Bioradicalant 1	52.00b	1.73c	336.66b	100.33def	43.11a	51.53a	2.60bcd	11.08ab	2.17ab	3.95b	24.41a	7.38de	2.37ab	2.47a	0.37bc
بیورادیکانت ۱/۵ Bioradicalant 1.5	54.83a	1.90a	358/80a	96.67f	36.83b	51.50a	3.17ab	10.87ab	2.33a	5.06a	23.07ab	8.83a	2.20abc	2.29ab	0.34c
اکورمون ۰/۵ Ecormon 0.5	38.60gh	1.54fg	277/62fg	103.67bcd	33.05e	43.48d	1.67ef	9.50d	1.50bc	2.93c	20.04d	6.68f	1.71c	1.95d	0.38bc
اکورمون ۱ Ecormon 1	41.67f	1.68d	305/20d	101.67cde	35.47bcd	46.12c	2.17de	9.58cd	2.17ab	2.85cd	21.05cd	8.19bc	2.46ab	2.28ab	0.39b
اکورمون ۱/۵ Ecormon 1.5	44.50d	1.79b	333/20b	98.67ef	36.24bc	51.73a	3.25a	10.33bc	2.33a	3.15c	22.16bc	7.65cd	2.56a	2.18bc	0.45a
فیوتاپ ۰/۵ Futop 0.5	39.56g	1.52g	266/80h	110.67a	33.02e	45.51cd	2.15de	9.75cd	1.50bc	2.79cde	18.08e	8.19bc	2.02abc	1.83de	0.34c
فیوتاپ ۱ Futop 1	42.93e	1.61e	288/40e	107.67ab	34.09de	46.74bc	2.83abc	11.24a	1.67abc	3.19c	21.00cd	8.79ab	2.09abc	1.76de	0.35bc
فیوتاپ ۱/۵ Futop 1.5	44.67d	1.82b	317.36c	105.67bc	35.95bc	49.19b	3.33ab	11.78a	1.33bc	4.08b	23.32ab	8.16abc	1.84bc	1.98cd	0.36bc

در هر ستون حروف مشابه نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ برابر آزمون LSD است

In each column, numbers with similar letters are not significantly different (LSD, $p < 0.05$)

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.9.4]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.135]

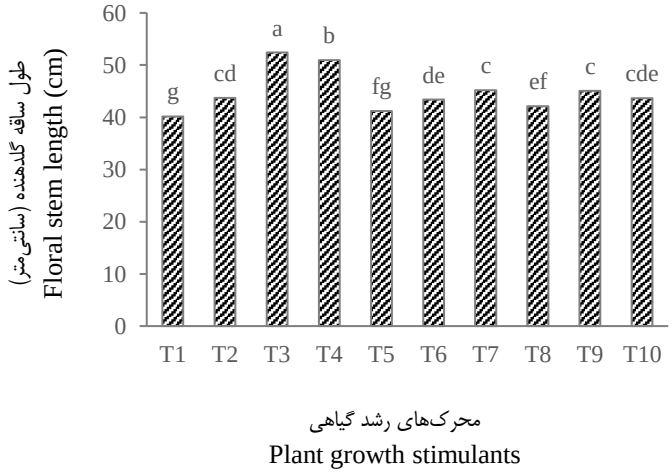
زمان گلدهی

محرک‌های رشد مورد استفاده بر تعداد روز تا گلدهی بوته‌های فریزیا اثر معنی‌دار داشت. استفاده از محرک‌های رشد باعث کاهش زمان گلدهی شد. به طوری‌که با محلول‌پاشی محرک‌ها به ویژه در غلظت‌های بالاتر، تعداد روز تا مرحله گلدهی کاهش یافت. در تیمار شاهد (نبود محلول‌پاشی) بوته‌های فریزیا ۱۱۱ روز پس از کاشت وارد فاز گلدهی شدند. این در حالی است که با محلول‌پاشی با غظت ۱/۵ در هزار تیمارهای بیورادیکانت، اکورمون و فیوتاپ این میزان به ترتیب به ۹٦، ۹۸ و ۱۰۵ روز کاهش یافت. طبق گزارشی محلول‌پاشی محرک‌های رشد بر زمان گلدهی، طول دوره گلدهی و تعداد شاخه های گلدهنده فریزیا تأثیر داشته است (Abdalla, 2019). به طوری‌که گیاهان تیمار شده با محرک‌های رشد سریع تر به گل رفتند و تعداد گل آذین بیشتری در مقایسه با شاهد داشتند. این نتایج را به افزایش تعداد برگ و افزایش تشکیل کلروفیل تحت تأثیر افزایش غلظت محرک‌های رشد نسبت داده اند. این واکنش‌ها منجر به افزایش فعالیت سیتوکنین‌ها می‌شود و با ساخت کربوهیدرات و پروتئین منجر به تسریع گلدهی و درشت شدن گل‌ها می‌گردد (Shoushan *et al*., 1980).

طول ساقه گلدهنده، تعداد گلچه، قطر و طول بزرگترین گلچه، تعداد ساقه جانبی

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر تیمارهای مورد بررسی بر تعداد گلچه، تعداد ساقه جانبی، طول ساقه گلدهنده، قطر بزرگترین گلچه و همچنین طول بزرگترین گلچه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود.

در هر سه محرک رشد مورد استفاده، افزایش طول ساقه گلدهنده نسبت به شاهد مشاهده شد (شکل ۱). به طوری‌که در غلظت ۱ و ۱/۵ در هزار بیورادیکانت طول ساقه گلدهنده با میانگین ۵۲ و ۵۰ سانتی‌متر بیشتر از تیمار بیورادیکانت در غلظت ۰/۵ (با میانگین ٤۳ سانتی‌متر) بود. از طرفی در کمترین غلظت‌های استفاده شده از محرک‌ها (۰/۵ در هزار) به ترتیب در سه محرک رشد بیورادیکانت، اکورمون و فیوتاپ طول ساقه گلدهنده به ترتیب ٤۳/۷، ٤۱/۲ و ٤۲/۱ سانتی‌متر بود.

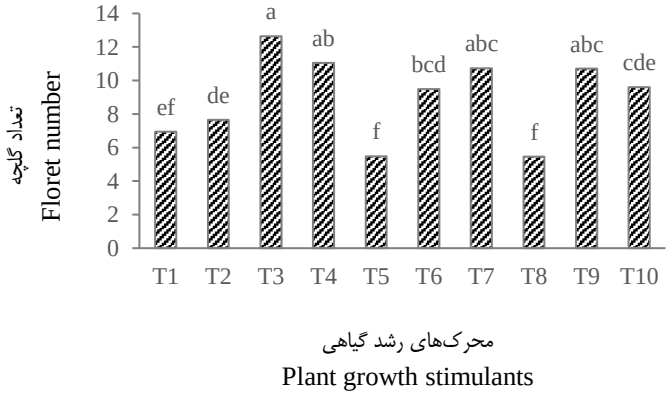


شکل ۱. اثر محرک‌های رشد بر طول ساقه گلدهنده. در هر ستون حروف مشابه نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ برابر آزمون LSD است.

Figure 1. The effect of plant growth stimulants on floral stem length. In each column, numbers with similar letters are not significantly different (LSD, $P < 0.05$).

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.9.4]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.135]

تیمارهای آزمایش بر تعداد گلچه‌های فریزیا اثرگذار بودند. به‌طوری‌که بوته‌های تیمار نشده با محرک‌های رشد به طور میانگین ٦/٩ گلچه در هر بوته داشتند. این درحالی است که چهار تیمار بیورادیکانت ۱ در هزار، بیورادیکانت یک و نیم در هزار، اکورمون یک و نیم در هزار و فیوتاپ یک در هزار به ترتیب ۱۲/٦، ۱۱، ۱۰/۷و ۱۰/۷ گلچه داشتند (شکل ۲).



شکل ۲. اثر محرک‌های رشد بر تعداد گلچه. در هر ستون حروف مشابه نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ برابر آزمون LSD است.

Figure 2. The effect of plant growth stimulants on floret number. In each column, numbers with similar letters are not significantly different (LSD, $P < 0.05$).

قطر و طول بزرگترین گلچه به عنوان شاخص درشتی گلچه‌های فریزیا اندازه‌گیری شد که نتایج آن در جدول ۳ آمده است. همانطور که در نتایج این جدول مشاهده می‌شود گلچه گیاهان تیمار شده با بیورادیکانت در غلظت ۱ در هزار قطر بیشتری داشتند (٤٣ میلی‌متر). همچنین سه تیمار بیورادیکانت یک در هزار، بیورادیکانت یک و نیم در هزار و اکورمون یک و نیم در هزار با میانگین ۵۱/۵۳، ۵۱/۵۰ و ۵۱/۷۳ میلیمتر بیشترین طول گلچه را نسبت به شاهد و سایر تیمارها داشتند. تمامی تیمارهای استفاده شده در افزایش تعداد ساقه های جانبی فریزیا اثر داشتند. میانگین تعداد ساقه جانبی در گیاهان شاهد ۱/٤ عدد بود و در تیمارهای بیورادیکانت یک و نیم در هزار، اکورمون یک و نیم در هزار و فیوتاپ یک و نیم در هزار به ۳/۱، ۳/۲ و ۳/۳ رسید. اثر مثبت محرک‌های رشد بر طول ساقه گلدهنده ممکن است بخاطر عناصر تشکیل دهنده موجود در آنها باشد که نقش به سزایی در فعال شدن تنظیم‌کننده‌های رشد و آنزیم‌هایی دارند که در افزایش تقسیم یاخته‌های مریستمی موثرند (Sun *et al*., 2016; Startek *et al*., 2005).

عناصر موجود در محرک‌های رشد در نورساخت و ساخت پروتوپلاست های دخیل در ساخت اسیدهای نوکلئیک، RNA و DNA لازم برای تقسیم یاخته‌ای و افزایش ارتفاع دخیل هستند (Startek *et al*., 2005). همسو با نتایج مطالعه حاضر به گزارش عبدالله (Abdalla, 2019) عناصر موجود در محرک‌های رشد مثل آهن، منگنز و روی بر افزایش تعداد گل آذین و تعداد گل در فریزیا موثرند. به طوری‌که بیورادیکانت با داشتن ٤/٤ ٪ آهن، ۰/۹٦ ٪ منگنز و ۰/۰۹ ٪ روی بیشترین تأثیر را برتعداد گلچه داشت.

قطر، وزن و تعداد پداژک

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، استفاده از محرک‌های رشد در غلظت‌های متفاوت بر قطر، تعداد و وزن پداژک ها در سطح احتمال ۱٪ اثر معنی‌دار داشت (جدول ۲). با توجه به نتایج جدول ۳، کمترین تعداد پداژک در تیمار نبود محلول‌پاشی با

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.9.4]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.135]

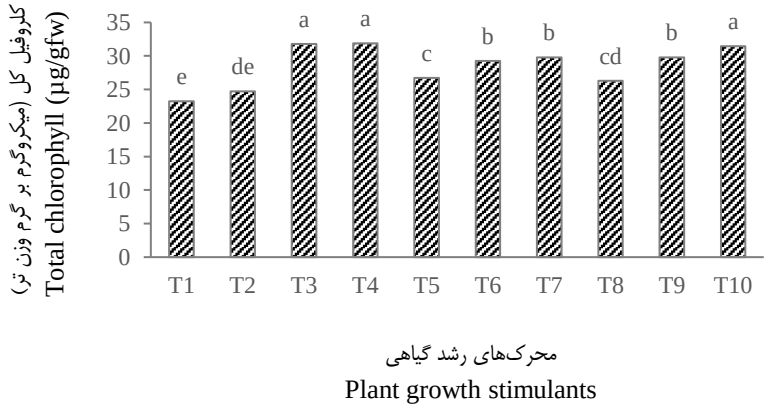
محرک‌های رشد مشاهده شد. این در حالی است که استفاده از محرک‌های رشد در هر ۹ تیمار مورد بررسی در افزایش تعداد پداژک موثر بود. به این ترتیب در تیمار بیورادیکانت و در غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ در هزار به ترتیب میانگین تعداد پداژک ۱/۳۳، ۲/۱۷ و ۲/۳۳ بود که در مقایسه با شاهد (۰/٦۷) افزایش داشت. در شرایط نبود محلول‌پاشی با محرک‌های موجود، قطر و وزن پداژک ها به ترتیب ۹/۳۳ میلی‌متر و ۲/۱ گرم بود. با کاربرد بیشترین غلظت استفاده شده از محرک‌های رشد در این آزمایش یعنی غلظت ۱/۵ در هزار، قطر پداژک در تیمارهای بیورادیکانت، اکورمون و فیوتاپ به ترتیب به ۱۰/۸۷، ۱۰/۳۳ و ۱۱/۷۸ میلیمتر رسید. وزن پداژک در تیمار بیورادیکانت در غلظت ۱/۵ در هزار برابر ۵/۰٦ گرم و در تیمار فیوتاپ در همین غلظت (۱/۵ در هزار) ٤/۰۸ گرم بود این در حالی است که مقدار این صفت در تیمار شاهد ۲/۱۷ گرم اندازه‌گیری گردید (جدول ۳). در گزارشی، محرک‌های رشد مختلف بر رشد سوخ‌های آماریلیس موثر بود و سوخ‌های تیمار شده با بیورادیکانت قطر بیشتری نسبت به شاهد داشتند (Kharazi *et al.*, 2016). کاربرد اسید آمینه تریپتوفان به عنوان محرک رشد بر روند رشدی سوخ آماریلیس اثرهای مثبتی داشت و گیاهان تیمار شده با تریپتوفان قطر، وزن تر و خشک سوخ بیشتری نسبت به شاهد داشتند (El-Naggar *et al.*, 2009). اثر محرک‌های رشد مختلف از جمله اسیدهای آمینه و عصاره جلبک دریایی بر دو رقم سیر بیانگر تأثیر قابل توجه تیمارهای مورد استفاده بر قطر و وزن تر و خشک سوخ بود (Mohammad Osman., 2015). مطالعات دیگر نشان داد گیاهان تیمار شده با اسیدهای آمینه و عصاره جلبک دریایی در مقایسه با شاهد، سوخ‌های قوی تر از لحاظ قطر و وزن داشتند. همچنین شواهد پژوهش آن‌ها حاکی از تأثیر مطلوب تر اسیدهای آمینه نسبت به عصاره جلبک دریایی بر قطر و وزن سوخ‌های تیمار شده بود (Fawzy *et al.*, 2012).

محتوای کلروفیل و کارتنوئید برگ

از بین رنگدانه های نورساختی، اثر محرک‌های رشد بر کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل در سطح احتمال ۱٪ و در کارتنوئید در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار داشت. میزان کارتنوئید با کاربرد تیمارهای اکورمون یک و نیم در هزار، بیورادیکانت یک در هزار، بیورادیکانت ۱/۵ در هزار و فیوتاپ یک در هزار از ۱/۵٦ میکروگرم در تیمار شاهد به ۲/۵، ۲/۳، ۲/۲ و ۲/۰۹ میکروگرم در هر گرم وزن تر برگ رسید. این در حالی است که به گزارش خرازی و همکاران (۲۰۱٦) تیمارهای بیورادیکانت و فیوتاپ بیشترین میزان کاروتنوئید و تیمار شاهد کمترین میزان آن را در آماریلیس داشته و بین تیمارهای شاهد و اکورمون تفاوت معنی‌داری نبوده است.

با محلول‌پاشی بیورادیکانت در کمترین و بیشترین غلظت استفاده شده در این آزمایش (۰/۵ و ۱/۵ در هزار) مقدار کلروفیل a، به ترتیب ۹/٦ و ٤۱/٤ ٪ نسبت به شاهد افزایش یافت. میزان این افزایش برای اکورمون ۲۲/۸ و ۳۵/۸ ٪ و برای فیوتاپ ۱۰/۸ و ٤۲/۹ ٪ بود. در بین تیمارهای استفاده شده بیورادیکانت ۱/۵ در هزار (۸/۸ میکروگرم/گرم)، اکورمون ۱ و ۱/۵ در هزار (۸/۱۹ و ۷/٦ میکروگرم /گرم) و فیوتاپ در هر سه غلظت به کار رفته کلروفیل b بالایی داشتند. محرک‌های رشد باعث افزایش کلروفیل کل شد. با توجه به نتایج شکل ۳ کلروفیل کل از ۲۳/۲۲ میکروگرم در شرایط نبود محلول‌پاشی به ۳۱/۸۹، ۲۹/۸۰ و ۳۱/٤۷ میکروگرم در هر گرم وزن تر برگ فریزیا در غلظت ۱/۵ در هزار محرک‌های رشد بیورادیکانت، اکورمون و فیوتاپ رسید.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.9.4]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.135]



شکل ۳. اثر محرک‌های رشد بر کلروفیل کل. در هر ستون حروف مشابه نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ برابر آزمون LSD است.

Figure 3. The effect of plant growth stimulants on Total chlorophyll. In each column, numbers with similar letters are not significantly different (LSD, $P < 0.05$).

کاربرد محرک‌های رشد حاوی اسیدهای آمینه و همچنین عصاره جلبک دریایی بر افزایش محتوای کلروفیل اثر مثبت داشته است (Zewail., 2014). اندازه‌گیری میزان کلروفیل کل، a و b در برگ آماریلیس نیز نشان داد که بیشترین و کمترین میزان این صفات به ترتیب در تیمارهای بیورادیکانت و شاهد بود. همچنین میزان کلروفیل a و b در تیمارهای اکورمون و فیوتاپ در مقایسه با شاهد بیشتر بود (Kharazi, 2016). پژوهش های انجام شده بر روی گیاهان مختلف نشان داد که کاربرد اسیدهای آمینه و عصاره جلبک دریایی بر محتوای کلروفیل کل، کلروفیل a، کلروفیل b و عدد اسپد موثر است (Thirumaran *et al*., 2009; Blunden *et al*., 1996).

تیمار اسید آمینه تریپتوفان باعث افزایش میزان کلروفیل کل در برگ گیاهان آماریلیس شد (Kharazi., 2016). همچنین کاربرد اسیدهای آمینه در افزایش میزان کلروفیل a و b در گیاه لیلیوم (El-Naggar *et al*., 2009) و افزایش عدد اسپد در فریزیا (Abdalla., 2019) اثر مثبت داشته است که با نتایج پژوهش حاضر مبنی بر تأثیر مثبت محرک‌های رشد بر محتوای رنگدانه‌های برگ فریزیا همخوانی دارد. در همین راستا حسین و همکاران (Hussein *et a*l., 1992) گزارش کردند که تیمار اسید آمینه باعث افزایش میزان کلروفیل a و b گردید، درحالی‌که میزان کاروتنوئید را کاهش داد. بررسی انجام شده توسط شهاتا و همکاران (Shehata *et al*., 2011) بر روی گیاه سلریاک نشان داد محتوای کلروفیل کل، کلروفیل a و کلروفیل b و کاروتنوئید در گیاهان تیمار شده با اسیدهای آمینه و عصاره جلبک دریایی نسبت به شاهد، میانگین های بالاتری داشتند.

درصد عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم

اثر تیمارهای استفاده شده بر درصد پتاسیم موجود در برگ فریزیا معنی‌دار نشد ولی مقدار نیتروژن و فسفر برگ را تحت تأثیر قرار داد. به این ترتیب با تیمار گیاهان با محرک‌های رشد تجمع نیتروژن و فسفر در برگ‌ها نیز افزایش داشت. به طوری‌که با کاربرد غلظت ۱/۵ در هزار از محرک‌های بیورادیکانت، اکورمون و فیوتاپ درصد نیتروژن برگ از ۱/۶٪ در شرایط نبود محلول‌پاشی به ۲/۲، ۲/۱ و ۱/۹٪ در برگ فریزیا رسید (جدول ۳). بر اساس نتایج به‌دست آمده غلظت‌های متفاوت از محرک‌های رشد موجب تغییر در درصد فسفر موجود در برگ فریزیا نیز شد. تجمع فسفر در برگ‌های تحت تیمار با اکورمون بیشتر از دو

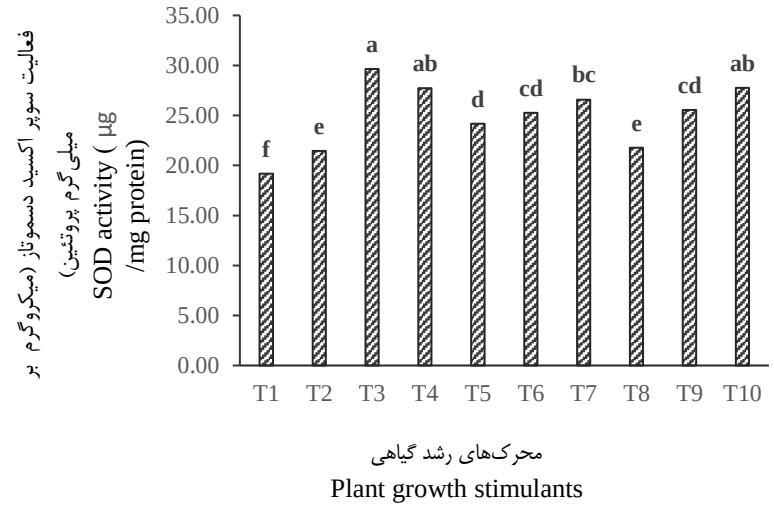
[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.9.4]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.135]

محرک رشد بیورادیکانت و فیوتاپ بود. به طوری‌که با محلول‌پاشی در غظت ۰/۵، ۱ و ۱/۵ در هزار از تیمار اکورمون میزان فسفر برگ به ۰/۳۸، ۰/۳۹ و ۰/٤۵٪ رسید این در حالی است که در شاهد این تیمار (نبود محلول‌پاشی) مقدار فسفر حدود ۰/۲۹ ٪ اندازه‌گیری شد. این در حالی است که دو محرک بیورادیکانت و فیوتاپ نیز در افزایش سطح نیترژن و فسفر برگ فریزیا تأثیر داشتند. مطالعات روی آماریلیس نشان داد اکورمون درصد نیتروژن (با میانگین ۳/۱۵) و پتاسیم (۰/٦۵٪) بیشتری در برگ در مقایسه با بیورادیکانت و فیوتاپ داشت و کمترین میزان نیتروژن در تیمار شاهد بود (Kharazi, 2016). تأثیر مثبت عصاره جلبک دریایی بر تجمع عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ گیاهان تیمار شده توسط برخی محققین گزارش شده است (Rathore *et al*., 2009; Mancuso *et al.*, 2006). مقایسه محرک‌های رشد مختلف توسط المنر و همکاران (El-Nemr *et al*., 2012) نشان داد که میزان عناصر ماکرو و میکروی موجود در برگ گیاهان تیمار شده با اکورمون نسبت به گیاهان تیمار شده با سایر محرک‌های رشدی، از میانگین بالاتری برخوردار بودند. مطالعات بر گیاه سیر نشان داد کاربرد محرک‌های رشد مختلف تأثیر قابل‌توجهی بر میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در برگ گیاه دارد و بیشترین میزان نیتروژن و پتاسیم به ترتیب در تیمار اسیدهای آمینه و تیمار عصاره جلبک دریایی گزارش گردید (Fornes *et al*., 2002). در بررسی دیگری نیز میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم تحت تأثیر محرک‌های رشد قرار گرفت و بیشترین میزان نیتروژن اندازه‌گیری شده در تیمار اسیدهای آمینه مشاهده شد، درحالی‌که کاربرد عصاره جلبک دریایی تأثیر چندانی بر افزایش میزان نیتروژن گیاهان تیمار شده نداشت (Shehata *et al.*, 2011). عصاره جلبک دریایی بر میزان پتاسیم موجود در برگ گیاه اثر داشت و گیاهان تیمار شده با اسیدهای آمینه پتاسیم بیشتری داشتند (Shehata *et al.*, 2011). در مطالعه فوق نیز کاربرد انواع مختلف محرک‌های رشد حاوی درصدی از اسیدهای آمینه (بیورادیکانت و اکورمون) و عصاره جلبک دریایی (فیوتاپ) در افزایش جذب و تجمع نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در برگ فریزیا موثر بود.

میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی: آنزیم سوپراکسید دیسموتاز(SOD) وآنزیم آسکوربات پراکسیداز (APX):

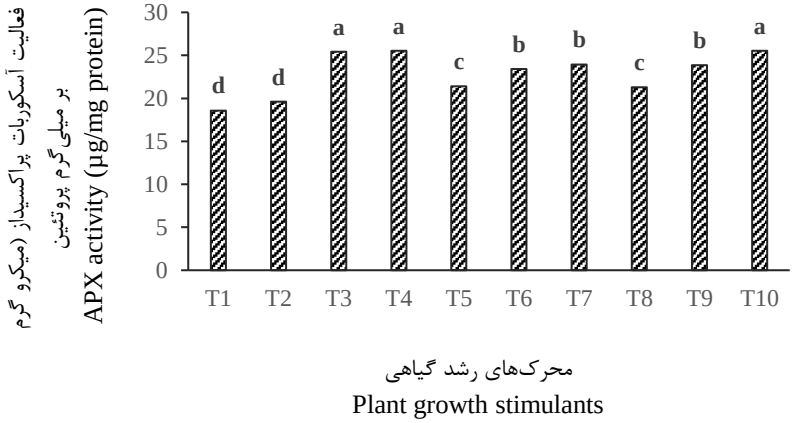
با توجه به نتایج جدول ۲ مرتبط با میانگین مربعات نشان داد اثر ده تیمار مورد بررسی بر فعالیت هر دو آنزیم سوپراکسید دیسموتاز و آسکوربات پراکسیداز در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. به طوری‌که همه تیمارهای محرک‌های رشدی در مقایسه با تیمار شاهد منجر به افزایش آنزیم‌های آنتی اکسیدانتی سوپراکسید دیسموتاز و آسکوربات پراکسیداز شدند (شکل‌های ٤ و ۵).

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.9.4]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.135]



شکل ٤. اثر محرک‌های رشد بر فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز. در هر ستون حروف مشابه نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ برابر آزمون LSD است.

Figure 4. The effect of plant growth stimulants on SOD activity. In each column, numbers with similar letters are not significantly different (LSD, $P < 0.05$).



شکل ۵. اثر محرک‌های رشد بر فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز. در هر ستون حروف مشابه نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ برابر آزمون LSD است.

Figure 5. The effect of plant growth stimulants on APX (Ascorbate peroxidase) activity. In each column, numbers with similar letters are not significantly different (LSD, $P < 0.05$).

فعالیت آنزیمی سوپراکسید دیسموتاز در تیمارهای بیورادیکانت ۱ و ۱/۵ در هزار به ترتیب ٥٤ و ٤٤٪ نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد. همچنین بیشترین فعالیت آنزیمی در آسکوربات پراکسیداز در تیمارهای بیورادیکانت ۱ و ۱/۵ در هزار و همچنین فیوتاپ ۱/۵ در هزار مشاهده شد. به طوری‌که با کاربرد بیورادیکانت ۱ در هزار میزان فعالیت آسکوربات پراکسیداز ۳۷٪ نسبت به شاهد افزایش داشت. تحقیقات نشان داده است که آنزیم سوپراکسید دیسموتاز نخستین آنزیمی است که در چرخه آنتی اکسیدان فعال می‌شود (Chakraborty *et al.*, 2011). این آنتی اکسیدان آنزیمی یک آنزیم فلزی (متالو آنزیم) است

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.9.4]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.135]

که یون سوپراکسید را تجزیه می‌کند. سوپراکسید به عنوان یکی از گونه‌های اصلی اکسیژن واکنشگر در یاخته شناخته شده است که سبب تغییر اهمیت آنزیم‌ها، اکسیداسیون لیپیدها و آسیب به DNA می‌شود.

سوپراکسید دیسموتاز اولین آنزیم در فرآیند سمیت زدایی گونه‌های فعال اکسیژن است که با تبدیل رادیکال سوپراکسید به پراکسید هیدروژن نقش حیاتی در مکانیسم‌های دفاعی یاخته در برابر خطر تشکیل رادیکال‌های هیدروکسیل ایفا می‌کند و افزایش فعالیت این آنزیم نتیجه‌ای از تأثیر مستقیم یون‌های فلزات است. آسکوربات پراکسیداز با کمک آسکوربیک اسید باعث حذف گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود. لذا بالاتربودن فعالیت این آنزیم به معنی حذف بیشتر رادیکال های اکسیژن و کاهش مرگ یاخته‌ای است (Mancuso *et al*., 2006). منطبق با نتایج فوق مبنی بر افزایش فعالیت آنزیمی تحت تأثیر ترکیب بیورادیکانت حاوی درصد بالای اسید آمینه تریپتوفان، ثانی خانی و همکاران با بررسی محرک‌های رشد حاوی اسیدهای آمینه فنیل آلانین و تریپتوفان گزارش کردند حداکثر فعالیت آنتی‌اکسیدانی در غلظت ۱ میلی‌مولار تریپتوفان و حداقل ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در شاهد به دست آمد (Sanikhani *et al*., 2021). تأثیر تریپتوفان بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی چای ترش نیز گزارش شده است (Msh *et al*., 2015). در کنار ترکیب بیورادیکانت ترکیب فیوتاپ حاوی عصاره جلبک دریایی نیز بر افزایش فعالیت آسکوربات پراکسیداز تأثیر داشت. بررسی دیگری نشان داد که عصاره جلبک دریایی بر محتوای آنتی‌اکسیدانی لادن موثر است (Mohsenzadeh *et al*., 2021).

نتیجه‌گیری

هر سه محرک رشد در همه غلظت‌های مورد استفاده در بهبود گلدهی، صفات رشدی، افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانتی و محتوای کلروفیل فریزیا نسبت به شاهد اثر مثبت داشتند. به طوری‌که با کاربرد محرک‌ها به‌ویژه در غلظت‌های ۱ و ۱/۵ در هزار این اثرها قابل مشاهده بود. در بین سه نوع محرک رشد، بیورادیکانت در غلظت‌های ۱ و ۱/۵ در هزار بیشترین تأثیر را بر افزایش تعداد گلچه، قطر گلچه و طول ساقه گلدهنده به عنوان سه صفت زینتی حائز اهمیت در گل‌های بریدنی مثل فریزیا داشت.

منابع

Abdalla, N. (2019). Effect of spraying foliar with humus and izomen biostimulants on some vegetative and flowering parameters of *Freesia hybrida* L. *QJAS Al-Qadisiyah Journal for Agriculture Sciences*, *9*(2), 240-246.

Alcazar, R., Altabella, T., Marco, F., Bortolotti, C., Reymond, M., Knocz, C., Carrasco, P., Tiburcio, A.F. (2010). Polyamines: molecules with regulatory functions in plant abiotic stress tolerance. *Planta*, *231*(6), 1237-1249.

Anderson, N.O. (2007). *Flower Breeding and Genetics*. Spirnger, The Netherlands. 665-691.

Blunden, G., Jenkins, T., Liu, Y.W. (1996). Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. *Journal of Applied Phycology*, *8*(6):535-543.

Brewster, J.L. (1994). Onions and other vegetable alliums. CAB international. Wallingford, U.K.

Bulgari, R.G., Cocetta, A., Trivellini, P., Vernieri, A., Ferrante, A. (2015). Biostimulants and crop responses: a review. *Biological Agriculture & Horticulture*, *31*, 1-17.

Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J.W. (2014). *Agricultural uses of plant biostimulants. Plant and Soil*, *383*(1-2), 3-41.

Chakraborty, U., Pradhan, D. (2011). High temperature-induced oxidative stress in *Lens culinaris*, role of antioxidants and amelioration of stress by chemical pre-treatments. *Journal of Plant Interactions*, *6*, 43-52.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.9.4]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.135]

Crouch, I.J., Van Staden, J. (1993). Commerical seaweed products as biostimulants in horticulture. *Journal of Home and Consumer Horticulture, 1*(1), 19-76.

Dere, S., Gunes, T., Sivaci, R. (1998). Spectrophotometric determination of chlorophyll - a, b and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. *Journal of Botany, 22*, 13-17.

Du Jardin, P. (2012). The Science of Plant Biostimulants—A bibliographic analysis. Ad hoc Study Report to the European Commission DG ENTR. http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/fertilizers/final report bio 2012en, pdf.

Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae, 196*, 3-14.

El-Naggar, A.H., Sweden, E.A. (2009). Effect of light intensity and amino acid tryptophan on the growth and flowering of Amaryllis (*Hippeastrum vittatum* Herb.) plants. *Journal of Agriculture and Environmental Science, Alexandria University, 8*(1), 22-42.

El-Nemr, M.A., El-Desuki, M., El-Bassiony, A.M., Fawzy, Z.F. (2012). Response of growth and yield of cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) to different foliar application of humic acid and bio-stimulators. *Australian Journal of Basic and Applied Science, 6*, 630-637.

Fawzy, Z.F., El-Shal, Z.S., Yunsheng, L., Zhu, O., Sawan, O.M. (2012). Response of garlic (*Allium sativum* L.) plants to foliar spraying of some bio-stimulants under sandy soil condition. *Journal of Applied Science Research, 8*(2), 770-776.

Fornes, F., Sanchez-Perales, M., Guardiola, J.L. (2002). Effect of a seaweed extract on the productivity of de Nules Clementine mandarin and Navelina orange. *Botanica Marina, 45*(5), 486-489.

Ghaffari Nejad, S.A., Nourghooli Pour, F., Gheibi, M.N. (2020). Biostimulants and their roles in plant physiology, nutrient absorption, and tolerance to abiotic stresses. *Journal of Land Management (Soil and Water Science), 8*(1), 47-67, (In Persian).

Guinan, K.J., Sujeeth, N., Copeland, R.B., Jones, P.W., O'Brien, N.M., Sharma, H.S.S., Prouteau, P.F.G., O'Sullivan, J.T. (2013). Discrete roles for extracts of *Ascophyllum nodosum* in enhancing plant growth and tolerance to abiotic and biotic stresses. *Acta Horticulturae, 1009*, 127–136.

Heckman, J. R. (1994). Effect of an organic bio-stimulant on cabbage yield. *Journal of Home and Consumer Horticulture,1*:11–113.

Hussein, M.S., El-sherbiny, S.E., Abou-Leila, B.H. (1992). Effect of some basic nitrogen compounds on the growth, photosynthetic pigments and alkaloid content in *Datura metel* L. *Egyptian Journal of Physiological Science. 16*, 142. (Egypt).

Kamar, M.E., Omar, A. (1987). Effect of nitrogen levels and spraying with aminalfort (amino acids salvation) on yield of cucumber and potatoes. *Journal of Agriculture Science, Mansoura University, 12* (4), 900-907.

Khan, W., Hiltz, D., Critchley, A.T., Prithiviraj, B. (2011). Bioassay to detect Ascophyllum nodosum extract-induced cytokinin-like activity in Arabidopsis thaliana. *Journal of Appllied Phycology, 23*, 409–414

Kharazi, M. (2016). Ivestigation of different methods of Amaryllis (*Hipeastrun johnsonii*) culturing and propagation for increasing the proliferation rate during vitro and greenhouse conditions. Ph.D. Disseration. Ferdowsi University of Mashhad. Faculty of agriculture (In Persian).

Kowalczyk, K., Zielony, T., Gajewski, M. (2008). Effect of Aminoplant and Asahi on yield and quality of lettuce grown on rockwool. Biostimultators in Modern Agriculture. General Aspects. Wies Jutra, Warszawa, 335-343.

Levitt, T., (1980). *Responses of Plants to environmental Stresses*. Volume 11. Water, radiation, salt and other stresses. 2 nd. Academic Press.

Mancuso, S., Azzarello, E., Mugnai, S., Briand, X. (2006). Marine bioactive substance (IPA extract) improves foliar ion uptake and water stress tolerance in potted *Vitis vinifera* plants. *Advances in Horticultural Science, 20*(2), 485-491.

Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science 7*, 405-410

Mohammad Osman, Y.M. (2015). Effect of some foliar application treatment on yield, quality and storability of Garlic. Ph.D. thesis of Agricultural Sciences. Ain Shams University.

Mohsenzadeh, S., Karami Darenjani, M. (2021). Effect of green compost and microalgae chlorella on antioxidant potential of Tropaeolum majus under drought stress. The First National Conference on Plant Antioxidants in Isfahan. (In Persian).

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.9.4]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.135]

Msh, S., Orabi, S.A., Bakry, A.B. (2015). Antioxidant properties, secondary metabolites and yield as affected by application of antioxidants and banana peel extract on Roselle plants. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, *9*, 93-104

Nardi, S., Pizzeghello, D., Schiavon, M., Ertani., A. (2016). Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. *Scientia Agricola, 73*, 8-23.

Rathore, S.S., Chaudhary, D.R., Boricha, G.N., Ghosh, A., Bhatt, B.P., Zodape, S.T., Potalia, J.S. (2009). Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. *South African Journal of Botany, 75*(2), 31-355.

Rezvanypour, S., Hatamzadeh, A. (2016). The effect of exogenous polyamines on growth, flowering and corm production of *freesia hybrida* var. Golden wave and blue sea. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Cultivations, 7*(27). (In Persian).

Sanikhani, M., Akbari, A., Kheiri, A. (2021). Effect of Phenylalanine and Tryptophan on Morphological and Physiological Characteristics in Colocynth Plant (*Citrullus Colocynthis* L.). *Journal of Plant Process and Function 9*(39), 317-327. (In Persian).

Shehata, S.M., Abdel-Azem, H.S., Abou El-Yazied, A., El-Gizawy, A.M. (2011). Effect of foliar spraying with amino acids and seaweed extract on growth chemical constitutes, yield and its quality of celeriac plant. *European Journal of Scientific Research, 58*(2), 257-265.

Shoushan, A.M., EL-Baquary, H.W., Fahmy, G.E., Dahab, A. M.A., El- Dabh, R.S., El khateeb, M.A. (1980). Effect of planting date and chemical fertilization on corm development in gladiolus. *Research Bulletin, Faculty of Agriculture. Ain Shams University. No. 1342*.

Startek, L., Zurawik, P. (2005). Effect of Ethephon on Easy Pot Freesia. *Acta Horticulturae, 673*, 617–623.

Sun, J.M., Ye, S., Peng, Y. Li. (2016). Nitrogen can improve the rapid response of photosynthesis to changing irradiance in rice (*Oryza sativa* L.) plants. *Nature Publishing Group*, *1*, 1–10.

Thirumaran, G., Arumugam, M., Arumugam, R., Anantharaman, P. (2009). Effect of seaweed liquid fertilizer on growth and pigment concentration of *Abelmoschus esculentus* Medikus. *Amercan-Eurasian Journal of Agronomy*, *2*(2), 57-66.

Zewail, R.M.Y. (2014). Effect of seaweed extract amino acids on growth and productivity and some biocostituents of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants. *Journal Plant Production, Mansoura University, 5*(8), 1441-1453.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-18]

[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.9.4]

[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.135]

Flower and Ornamental Plants (2022), 7(1): 135-152
Research article
DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.135

Flower and Ornamental Plants

Effects of some growth stimulants on flowering and physiological reactions of Freesia (*Freesia hybrida* 'Royal')

Mohadeseh Hatefi[1], Mahmoud Shoor[1*], Hossein Nemati[1], Pejman Azadi[2]

1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2. Department of Plant Tissue culture and Genetic Engineering, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj

✉ Shoor@um.ac.ir

Received: 2022/03/07, Revised: 2022/07/15, Accepted: 2022/07/17

Abstract

Improving the quality and increasing flowering is one of the goals of growing bulbous flowers. It seems that plant growth stimulants depending on the type and concentration used can be effective in achieving this goal. This experiment was performed to investigate the effects of type and concentration of three growth stimuli on flowering and corm production of freesia based on a completely randomized design with three replications. Experimental treatments included three types of growth stimulants (bioradicant, Ecormon and Futop) at three levels of 0.5/1000, 1/1000 and 1.5/1000. No foliar application was considered as control treatment. The results showed that with foliar application of 1/1000 Futop, leaf length increased by 8.9% and 14.5% and leaf width by 9.8% and 5.2%, respectively, compared to the control (no foliar application). Also, in plants treated with bioradicant growth stimulant at the concentration of 1.5/1000, leaf area was higher than other treatments. The use of growth stimulants reduced flowering time. In all three growth stimuli used, an increase in flowering stem length was observed compared to the control. The use of growth stimulants in all 9 treatments was effective in increasing the number of peduncles. Using the highest concentration of growth stimulants used in this experiment, ie concentration of 1.5/1000, the diameter of the peduncle in bioradicant, ecormon and futop treatments reached 21.7, 20.6 and 23.5 mm, respectively. Bioradicant treatment at the concentration of 1.5 /1000 resulted in 2.3-fold increase in the weight of the peduncle. Total chlorophyll increased from 23.22 µg/fw in no foliar application to 31.89, 29.80 and 31.47 µg/fw at the concentration of 1.5/1000 growth stimulants of bioradicant, ecormon and futop. According to the results, different concentrations of growth stimulants caused a change in the percentage of nitrogen and phosphorus in freesia leaves. Accumulation of phosphorus in leaves treated with ecormon was more than the other growth stimulants used. In general, among the three growth stimulants used, bioradicant at the concentrations of 1 and 1.5/1000 had greater effect on the vegetative and reproductive quality of freesia.

Keywords: Bioradicant, Chlorophyll, Ecormon, Futop, Growth.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.9.4]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.135]