

تأثیر پلی آمین‌های خارجی بر رشد، گل‌دهی و تولید پدازه در ارقام 'Golden Wave' و 'Blue Sea' فریزیا

شیرین رضوانی پور^۱، عبدالله حاتم زاده^{۱*}، سید علی الهی نیا^۲ و حمید رضا اصغری^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/۲۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۴/۱۴)

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر پلی آمین‌ها بر رشد، گل‌دهی و تشکیل پدازه در ارقام 'Golden Wave' و 'Blue Sea' فریزیا انجام شد. بدین منظور، گیاهان فریزیا در زمان‌های ۳۵، ۷۰ و ۱۰۰ روز بعد از کاشت، با پلی آمین‌های پوترسین، اسپرمیدین و اسپرمین در غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی مولار و آب مقطر (شاهد) محلول‌پاشی شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی، در سه تکرار و دو گلدان برای هر تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که تیمار با اسپرمین موجب تأخیر گل‌دهی گردید. در حالی که تیمارهای اسپرمیدین علاوه بر تسریع گل‌دهی، موجب افزایش طول برگ، ارتفاع ساقه گل‌دهنده، طول گل‌آذین، قطر و طول گلچه و تعداد ساقه گل‌دهنده جانبی در هر دو رقم شدند. همچنین، بیشترین تعداد پدازه پس از تیمار با اسپرمیدین حاصل شد. اما پدازه‌های تولید شده در تیمارهای پوترسین وزن و قطر بیشتری نسبت به شاهد و دیگر تیمارها داشتند. پلی آمین‌ها موجب افزایش غلظت عناصر غذایی برگ شدند. بیشترین میزان نیتروژن (۲/۳۹ و ۲/۳۷ درصد) در تیمار با پوترسین و اسپرمین و بیشترین میزان فسفر (۰/۴۷ و ۰/۴۶ درصد)، پتاسیم (۳/۱ و ۳/۰۳ درصد) و روی (۵۱/۳۱ و ۵۰/۳ میلی گرم در لیتر) در تیمارهای پوترسین و اسپرمیدین حاصل شد. تقریباً تمام تیمارها میزان منیزیم برگ را افزایش دادند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که پلی آمین‌ها، و به‌ویژه اسپرمیدین و پوترسین، می‌توانند سبب افزایش عملکرد و بهبود ویژگی‌های گل و پدازه در فریزیا شوند.

کلمات کلیدی: اسپرمیدین، اسپرمین، پوترسین، پدازک، ساقه گل‌دهنده، عناصر غذایی

مقدمه

فریزیا با پدازه تکثیر می‌شود. گل‌هایش به رنگ‌های متنوعی از سفید، زرد، ارغوانی، نارنجی، طلایی، صورتی و بنفش ظاهر می‌شوند. فریزیا به دلیل تنوع رنگ و عطر مخصوص، به یکی از گل‌های محبوب زمستانه در اروپا تبدیل شده است (۳۴). این

فریزیا (*Freesia hybrida*) یکی از گل‌های شناخته شده تیره زنبق‌سانان است که عمدتاً به صورت شاخه بریده پرورش می‌یابد و برای کشت در حاشیه‌ها و گلدان‌ها نیز مناسب است.

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت
 ۲. گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت
 ۳. گروه زراعت، دانشکده مهندسی کشاورزی، دانشگاه شاهرود
- *مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hatamzadeh@guilan.ac.ir

همراه با توسعه گل دیده شده است. برای مثال، افزایش شدیدی در مقدار اسپرمیدین درونی در پیاز مریم (*Polianthes tuberosa*) در اوایل مرحله گل‌آغازی دیده می‌شود (۱۲). در نیلوفر پیچ (*Pharbitis nil*) که یک گیاه روز کوتاه است، تیمار با ۵/۰ میلی‌مولار پوترسین تحت شرایط روزبلند، موجب القاء گل‌دهی می‌شود (۳۲ و ۳۸).

از سوی دیگر، گزارش‌ها نشان می‌دهد که کاربرد پلی‌آمین‌های خارجی بر نحوه رشد رویشی و زایشی گیاهان تأثیر می‌گذارد. محلول‌پاشی برگ‌ی پوترسین در غلظت‌های مختلف موجب افزایش عملکرد گل و بهبود خصوصیات کمی و کیفی مانند افزایش ارتفاع، تعداد برگ، وزن تر و خشک گیاه در شب بو (۳۷) و افزایش طول ساقه گل‌دهنده، تعداد ساقه، قطر ساقه، وزن تر و خشک ساقه و برگ، تعداد برگ و افزایش میزان کلروفیل در کوکب شد (۲۱). دینگ و همکاران (۶) نشان دادند که اسپری برگ‌ی گل‌های داوودی با اسپرمین در غلظت ۱/۰ میلی‌مولار موجب تسریع گل‌دهی و بهبود کیفیت گل‌ها شد. حسینی فرحی و همکاران (۱۱) گزارش کردند که محلول‌پاشی برگ‌های رُز با پلی‌آمین‌ها در زمان کاشت، به طور معنی‌داری موجب بهبود خصوصیات کمی و کیفی گل‌های شاخه بریده رُز شد. بیشترین طول ساقه گل‌دهنده در تیمار با ۱/۵ میلی‌مولار اسپرمیدین حاصل شد و بیشترین ماندگاری گل مربوط به تیمارهای ۵/۰ میلی‌مولار اسپرمیدین و ۱ میلی‌مولار اسپرمین بود.

علاوه بر این، گزارش‌هایی از تأثیر پلی‌آمین‌ها بر تولید اندام‌های زیرزمینی در گیاهان زینتی ژئوفیت وجود دارد. ناهد و همکاران (۲۳) نشان دادند که محلول‌پاشی برگ‌ها با ۲۰۰ پی‌پی‌ام پوترسین، علاوه بر اثرهای مثبت بر خصوصیات گل‌دهی و رویشی گلایل، موجب افزایش تعداد پدازک و وزن تر و خشک پدازه‌ها شد. کومار و همکاران (۱۶) نشان دادند که هر سه پلی‌آمین اسپرمین، اسپرمیدین و پوترسین تعداد پدازک‌های تولید شده در کشت درون شیشه‌ای گلایل را افزایش دادند. در بین آنها، اسپرمیدین بیشترین تعداد پدازک

گیاه در مقایسه با دیگر گل‌های شاخه بریده، دوره پرورش کوتاه‌تر در گلخانه و دماهای کمتری در طول ماه‌های زمستان نیاز دارد (۱۴). این دو مزیت، همراه با توجه خاص مصرف کنندگان، موجب افزایش چشمگیر تولید گل فریزیا در سال‌های اخیر در ایران شده است. پرورش دهندگان جهت تولید تجاری، به اطمینان از زمان گل‌دهی، عملکرد زیاد گل و پدازه و نیز تولید گل‌هایی با کیفیت نیاز دارند. با این حال، فریزیا نسبت به دیگر گل‌های شاخه بریده ساقه گل‌دهنده کوتاه‌تر، استحکام ساقه کمتر و اندازه گل کوچکتری دارد و لذا علاوه بر تغذیه، استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی از نکات کلیدی موفقیت در دوره پرورش این گل محسوب می‌شود.

در سال‌های اخیر، محلول‌پاشی برگ‌ی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و ترکیبات زیستی به یک روش مرسوم برای افزایش عملکرد و کیفیت محصولات باغبانی تبدیل شده است. پلی‌آمین‌ها گروه جدیدی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی هستند که دو یا تعداد بیشتری گروه آمین (NH_2) دارند. دی‌آمین پوترسین و مشتقات آن، تری‌آمین اسپرمیدین و تترا‌آمین اسپرمین معمول‌ترین پلی‌آمین‌ها در گیاه هستند (۱۳). پلی‌آمین‌ها به طور طبیعی در سلول به صورت ترکیبات پلی‌کاتیونی هستند که می‌توانند به ملکول‌های آنیونی مانند اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها، فسفولیپیدهای غشا و پلی‌ساکاریدهای پکتینی متصل شوند. پلی‌آمین‌ها در حفظ و فعال‌سازی آنزیم‌ها، تشکیل اسیدهای نوکلئیک، بیان ژن، تلفیق‌سازی سیگنال‌های سلولی و پایداری غشا دخالت دارند (۱ و ۳۵). پلی‌آمین‌ها به عنوان پیام‌رسان‌های ثانویه هورمونی و یکی از منابع تأمین‌کننده کربن و نیتروژن (حداقل در کشت بافت) نیز شناخته می‌شوند و در فرایندهای فیزیولوژیک زیادی مانند رویان‌زایی، تقسیم سلولی، تمایز، گل‌دهی، رسیدن میوه‌ها، ریشه‌زایی و مقاومت به تنش‌های زیستی و غیر زیستی نقش دارند (۱۳).

مشارکت پلی‌آمین‌ها در گل‌دهی و نمو گل در برخی محصولات باغبانی گزارش شده است. در بعضی گیاهان، یک تغییر هماهنگ در کل پلی‌آمین‌ها یا یک نوع پلی‌آمین خاص

تشکیل شده در هر ظرف کشت بافتی را به خود اختصاص داد. در *Dioscorea cayenensis* تیمار با ۱۰ میکرومولار پوترسین موجب تسریع تشکیل غده شد (۲۵). تیمار گل های مریم با اسپرمیدین نیز به صورت محلول پاشی برگ یا خیساندن پیاز موجب بهبود و تقویت خصوصیات پیازدهی و گل دهی شد (۱۹).

بر اساس شواهد ذکر شده، انتظار می رود که پلی آمین ها بتوانند در فرایند گل دهی در گیاهان تأثیرگذار باشند. از آنجایی که تحقیقات انجام شده پیرامون اثر پلی آمین ها بر تشکیل پدازه بسیار اندک است و همچنین تحقیق جامعی مبنی بر مطالعه اثرهای پلی آمین ها بر فریزیا انجام نشده است، لذا این تحقیق به منظور بررسی اثر محلول پاشی پلی آمین های خارجی بر فریزیا با هدف بهبود ویژگی های رویشی، افزایش عملکرد و کیفیت گل و پدازه صورت گرفته است.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۲ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه گیلان انجام شد. بدین منظور، پدازه های فریزیا، ارقام 'Golden Wave' و 'Blue Sea'، از گلخانه ای تجاری واقع در پاکدشت تهران خریداری شده و در عمق ۵ سانتی متری در گلدان هایی با قطر و ارتفاع ۱۶ سانتی متر کشت شدند. گیاهان کشت شده تحت شرایط نوری ۶۰۰ تا ۹۰۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه و دوره نوری ۱۱ ساعت روشنایی و ۱۳ ساعت تاریکی و رطوبت نسبی 80 ± 5 درصد نگهداری شدند. محیط کشت شامل پیت، پرلیت، ماسه و خاک سبک به نسبت ۱:۱:۱:۱ حجمی بود. میانگین دمای هوای گلخانه در ۹ هفته اول بعد از کاشت ۱۶ درجه سلسیوس در روز و ۱۲ درجه سلسیوس در شب و بعد از آن تا آخر دوره رشد ۲۰ درجه سلسیوس در روز و ۱۵ درجه سلسیوس در شب بود.

محلول پاشی سه بار در طول دوره کشت، در زمان های ۳۵ روز بعد از کاشت (قبل از گل انگیزی)، ۷۰ روز بعد از کاشت (تمایز جوانه های گل روی گل آذین) و ۱۰۰ روز بعد از کاشت

(قبل از ناپدید شدن کلروفیل گلبرگ ها)، با غلظت های ۰/۵ و ۱ میلی مولار از هر سه پلی آمین پوترسین، اسپرمیدین و اسپرمین و همچنین آب مقطر (شاهد) انجام شد. به منظور کاهش کشش سطحی محلول از چند قطره توین ۲۰ استفاده شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. به طوری که فاکتور اول در دو سطح رقم و فاکتور دوم در هفت سطح تیمارهای پلی آمینی بود. هر تیمار در سه تکرار و برای هر تکرار دو گلدان در نظر گرفته شد. سایر مراقبت های زراعی مانند آبیاری و تغذیه بر حسب نیاز گیاه اعمال شد. در این آزمایش، صفات زیر اندازه گیری شدند.

ویژگی های رویشی شامل طول برگ (طول بلندترین برگ از سطح خاک گلدان تا نوک برگ)، عرض برگ (عرض برگ در قسمت نصف اندازه طول بلندترین برگ با استفاده از کولیس دیجیتال) و تعداد برگ های موجود به ازای هر پدازه اندازه گیری شد. زمان گل دهی به صورت میانگین تعداد روز از زمان کاشت تا ظهور ساقه گل دهنده محاسبه شد.

همچنین، ویژگی های ساختار گل شامل طول ساقه گل دهنده (طول ساقه گل دهنده از سطح خاک گلدان تا زیر گل آذین)، قطر ساقه گل دهنده، طول گل آذین (از محل خم شدن ساقه گل دهنده تا نوک گل آذین)، تعداد گلچه به ازای هر ساقه گل دهنده، قطر و طول بزرگترین گلچه (توسط کولیس دیجیتال)، تعداد ساقه گل دهنده جانبی (میانگین ساقه های گل دهنده جانبی روی ساقه گل دهنده اصلی) و تعداد گلچه جانبی (میانگین تعداد گلچه روی ساقه های گل دهنده جانبی) اندازه گیری شدند.

بعد از برداشت گل ها، آبیاری به مرور کاهش یافت تا برگ ها زرد شدند. سپس پدازه و پداژک ها از محیط کشت بیرون آورده شدند. تعداد، وزن و قطر پدازه و پداژک ها نیز اندازه گیری شدند.

برای اندازه گیری غلظت عناصر غذایی برگ، در زمان برداشت گل، از برگ ها نمونه برداری شد. نمونه های برگ پس از شسته شدن به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس تأثیر رقم و تیمارهای پلی آمینی بر تعداد برگ، طول برگ، عرض برگ و زمان گل‌دهی فریزیا

میانگین مربعات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد برگ	طول برگ	عرض برگ	زمان گل‌دهی
رقم	۱	۵۸/۰ ^{ns}	۲۸۷۰/۰۱ ^{**}	۴۳۸/۸۵ ^{**}	۱۳۶/۲۹ [*]
تیمار	۶	۹۷/۰ ^{ns}	۲۱۰/۳۵ ^{**}	۹/۳۰ ^{ns}	۸۶/۵۸ ^{**}
رقم × تیمار	۶	۹۱/۰ ^{ns}	۲۲/۳۱ ^{ns}	۲/۸۰ ^{ns}	۹/۶۳ ^{ns}
خطا	۲۸	۵۱/۰	۲۰/۰۵	۵/۵۴	۲۵/۶۶
CV (%)		۱۱/۴۴	۱۰/۳۸	۱۳/۸۹	۵/۰۷

*، ** ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

تیمار اسپرمیدین ۱ میلی‌مولار بود که اختلاف معنی‌داری با دیگر تیمارها داشت. کمترین طول برگ نیز مربوط به تیمار شاهد بود که با تیمارهای پوترسین ۵/۰ و ۱ میلی‌مولار و تیمار اسپرمین ۵/۰ میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۲).

پلی آمین‌ها در تنظیم رشد و نمو گیاه مانند اندام‌زایی، رویان‌زایی، گل‌انگیزی و نمو گل، تشکیل میوه، رسیدن و پاسخ به تنش‌های زیستی و غیر زیستی نقش دارند (۱۸). گزارش شده که اثر مثبت پلی آمین‌ها بر رشد از طریق افزایش تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها می‌باشد (۱ و ۱۳). احتمالاً در این تحقیق نیز افزایش تقسیم سلولی، بزرگ شدن سلول‌ها و افزایش بیوستز هورمون‌های درونی گیاه تحت تأثیر پلی آمین‌ها موجب افزایش طول برگ شده است. در این ارتباط، نتایج مشابهی از اثر پلی آمین‌ها، به خصوص پوترسین، بر طول برگ گیاهانی مانند لوبیا (۲۴)، شب بو (۳۷)، گلالیل (۲۳) و کوکب (۲۱) به دست آمده است. البته قابل ذکر است که بر خلاف تحقیقات ذکر شده، در این تحقیق، تیمارهای پلی آمینی تأثیر معنی‌داری بر تعداد و عرض برگ گیاه فریزیا نداشتند.

زمان گل‌دهی

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱)، اثر تیمار در سطح احتمال ۱٪ و اثر رقم در سطح احتمال ۵٪ بر زمان گل‌دهی معنی‌دار بود و اثر متقابل رقم در تیمار معنی‌دار نبود. به طور کلی، رقم 'Golden Wave' زودتر از رقم 'Blue Sea'

سلسیوس خشک و سپس آسیاب شدند. نمونه آسیاب شده از الک ۵/۰ میلی‌متری عبور داده شد و میزان جذب عناصر غذایی آن به روش‌های زیر اندازه‌گیری شد. نیتروژن کل به روش کج‌جدال (۳۳) تعیین و به صورت درصد بیان شد. فسفر به روش کالریمتری (رنگ زرد وانادات مولیبدات) با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۷۰ نانومتر (۵) اندازه‌گیری شد. پتاسیم به روش نشر شعله‌ای با دستگاه فلیم فتومتر در طول موج ۷۶۶/۵ (۳۳)، منیزیم و کلسیم با دستگاه جذب اتمی به ترتیب در طول موج‌های ۲۸۵/۲ و ۴۲۲/۷ نانومتر (۳۳) و آهن و روی به روش جذب اتمی شعله‌ای در طول موج‌های ۲۴۸/۳ و ۲۱۳/۹ نانومتر اندازه‌گیری شدند (۲۷).

نتایج و بحث

ویژگی‌های رویشی

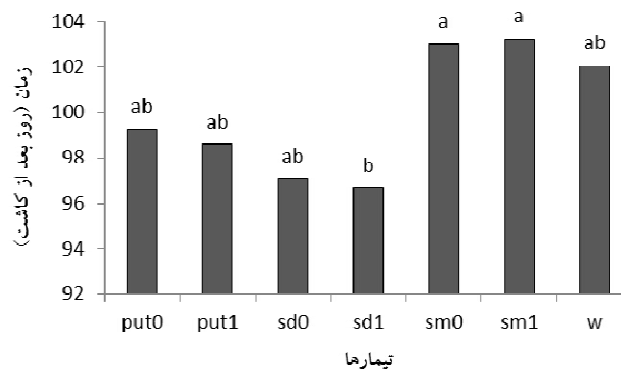
تعداد برگ، طول برگ و عرض برگ: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد ارقام 'Golden Wave' و 'Blue Sea' فریزیا از نظر طول و عرض برگ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند (جدول ۱). رقم 'Blue Sea' طول و عرض برگ بیشتری (به ترتیب ۴۸/۹۷ و ۱/۹۲ سانتی‌متر) نسبت به رقم 'Golden Wave' (به ترتیب ۳۷/۲۸ و ۱/۴۶ سانتی‌متر) داشت. تنها طول برگ تحت تأثیر تیمارهای پلی آمینی قرار گرفت و اثر تیمارها بر تعداد و عرض برگ معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین طول برگ در هر دو رقم مربوط به

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر تیمارهای پلی آمینی بر ارتفاع برگ، ارتفاع ساقه گل دهنده، طول گل آذین، قطر و طول گلچه و

تعداد ساقه گل دهنده جانبی فریزا

تیمار	غلظت	طول برگ (سانتی متر)	طول ساقه گل دهنده (سانتی متر)	طول گل- آذین (سانتی متر)	قطر گلچه (میلی متر)	طول گلچه (میلی متر)	تعداد ساقه گل دهنده جانبی
پوترسین	۰/۵	۳۹c	۴۵/۳۳bc	۶/۷۰ab	۳۷/۴۲bc	۵۱ab	۲/۳۳ab
(میلی مولار)	۱	۴۱/۵۸bc	۴۸/۶۶ab	۷/۲۶ab	۴۱/۲۵ab	۴۹/۴۱ab	۲/۶۶ab
اسپرمیدین	۰/۵	۴۴/۷۵b	۵۰/۵ab	۷/۶۴a	۴۲/۵۰ab	۵۲/۱۶ab	۲/۶۶ab
(میلی مولار)	۱	۵۰/۳۳a	۵۲/۶۷a	۷/۷۵a	۴۴/۹۲a	۵۳/۶۶a	۳/۱۶a
اسپرمین	۰/۵	۴۲/۹۲bc	۴۶/۲۵bc	۶/۴۱ab	۳۳/۰۸cd	۴۹/۷۵ab	۲b
(میلی مولار)	۱	۴۵/۳۳ab	۴۷/۹۲bc	۶/۷۶ab	۳۴/۳۳cd	۵۱/۳۳ab	۲/۳۳ab
شاهد		۳۸c	۴۱/۷۵c	۶/۲۰b	۳۰/۱۶d	۴۷/۷۵b	۱/۸۳b

در هر ستون، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند.



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر تیمارهای پلی آمینی بر زمان گل دهی (میانگین تعداد روز از زمان کاشت تا ظهور ساقه گل دهنده) در فریزا. تیمارها شامل:

پوترسین ۰/۵ میلی مولار (put0)، پوترسین ۱ میلی مولار (put1)، اسپرمیدین ۰/۵ میلی مولار (sd0)، اسپرمیدین ۱ میلی مولار (sd1)، اسپرمین ۰/۵

میلی مولار (sm0)، اسپرمین ۱ میلی مولار (sm1) و آب مقطر (w) هستند. در این شکل، ستون های دارای حداقل یک حرف مشترک،

اختلاف معنی داری از نظر آماری با یکدیگر ندارند.

پلی آمین های خارجی قابل کنترل باشد. در این راستا، تحریک گل دهی به وسیله پلی آمین های خارجی در روزبلند در گیاه روز کوتاه نیلوفر پیچ تأیید شده است (۳۲). همچنین، مطالعه در مورد *Arabidopsis thaliana* آشکار کرد که افزودن اسپرمیدین موجب تحریک گل دهی در شرایط غیر القایی می شود (۲). به علاوه، ممانعت از گل دهی به وسیله مهار کننده های پلی آمینی نیز صورت گرفته است. آلفا دی فلورومتیل ارنیتین (DFMO)، مهار کننده ارنیتین دی کربوکسیلاز (آنزیم مسیر بیوستز پلی آمین ها)، موجب

به گل رفت (به ترتیب ۹۸/۶۴ و ۱۰۱/۱۹ روز بعد از کاشت). هرچند گیاهان محلول پاشی شده با اسپرمیدین ۱ میلی مولار ۵/۴ روز زودتر از تیمار شاهد به گل رفتند و کمترین زمان گل دهی را داشتند، اما مقایسه میانگین داده ها اختلاف معنی داری بین این تیمارها نشان نداد. از سوی دیگر، تیمار اسپرمین موجب تأخیر گل دهی نسبت به شاهد شد (شکل ۱).

از آنجایی که پلی آمین ها در نمو و توسعه گل دخالت دارند، منطقی به نظر می رسد که فرایند گل دهی توسط کاربرد

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس تأثیر رقم و تیمارهای پلی آمینی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع ساقه گل‌دهنده	قطر ساقه گل‌دهنده	طول گل آذین	تعداد گلچه	قطر گلچه	طول گلچه	تعداد ساقه	تعداد گلچه
رقم	۱	۱۷۴۶/۲۹**	۸/۴۲**	۳۸/۲۷**	۳۸۱/۴۴**	۶۴۰/۷۶**	۵۶/۶۷ ^{ns}	۲۳/۰۴**	۲۷۸/۶۷**
تیمار	۶	۱۵۳/۰۰**	۰/۳۱ ^{ns}	۴/۲۸**	۲۳/۶۳**	۳۵۴/۳۸**	۴۵/۳۸*	۲/۴۲**	۲۷/۴۴**
رقم × تیمار	۶	۱۰/۷۶ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۰/۸۸ ^{ns}	۶/۵۵*	۳۶/۵۳ ^{ns}	۳۲/۱۵ ^{ns}	۰/۴۹ ^{ns}	۹/۵۱**
خطا	۲۸	۲۲/۳۳	۰/۲۱	۱/۲۹	۲/۵۸	۲۷/۶۶	۱۸/۲۴	۰/۷۱	۱/۴۴
CV (%)		۹/۹۳	۱۴/۷۵	۱۶/۳۴	۱۵/۶۹	۱۳/۹۶	۸/۴۱	۳۴/۸۰	۱۶/۶۹

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

کاهش میزان پلی آمین‌ها در توت‌فرنگی و ممانعت از گل‌دهی شد که این حالت با کاربرد پوترسین برطرف گردید (۳۰).

بررسی نتایج تحقیقات انجام شده روی گیاهان داوودی (۳)، سویا (۴) و توت‌فرنگی (۳۰)، احتمال انتقال پلی آمین‌ها را از برگ‌های جوان در حال رشد به جوانه‌های گل در مراحل اولیه گل‌دهی تقویت می‌کند، که ممکن است دلیل تسریع گل‌دهی در گیاهان تیمار شده فیزیکی با اسپرمیدین باشد.

از سوی دیگر، گزارش شده که کاربرد غلظت‌های زیاد پلی آمین‌ها می‌تواند موجب ممانعت از گل‌دهی یا تأخیر آن شود. این مسئله نشان دهنده آن است که حد کفایتی برای غلظت‌های درونی پلی آمین‌ها در فرایند گل‌دهی وجود دارد (۳۸). در این تحقیق، تیمارهای اسپرمین موجب تأخیر در گل‌دهی فیزیکی شدند؛ هرچند با نتیجه دینگ و همکاران (۶) مغایرت دارد. آنها نشان دادند که محلول پاشی برگی گل‌های داوودی با اسپرمین در غلظت ۰/۱ میلی مولار موجب تشکیل گل ۳ روز زودتر از شاهد شد. این نکته قابل ذکر است که بیشترین تأثیر پلی آمین‌های خارجی در گل‌دهی گیاهان در هنگام حضور ممانعت‌کننده‌های بیوستز آنها و یا شرایط غیر القایی برای گل‌دهی گیاه بوده است.

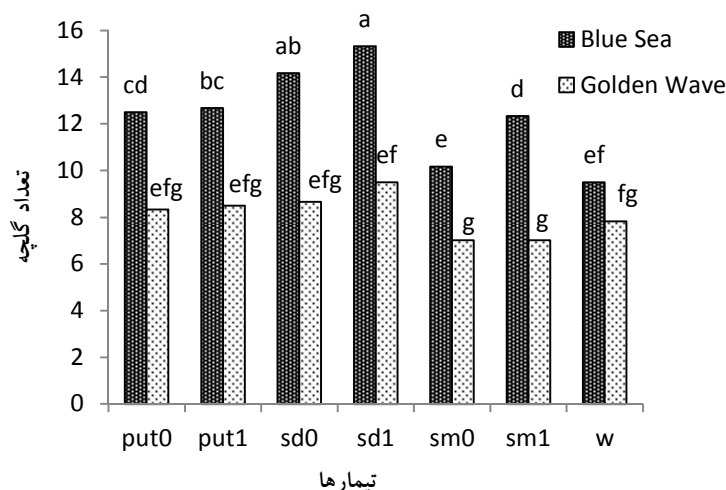
ساختار گل

ارتفاع ساقه گل‌دهنده و قطر ساقه گل‌دهنده: نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر پلی آمین‌ها و رقم بر ارتفاع ساقه گل‌دهنده

اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۱٪ نشان داد. اما تنها اثر رقم بر قطر ساقه گل‌دهنده در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). به طور کلی، قطر ساقه گل‌دهنده رقم 'Blue Sea' (۳/۴۵ میلی متر)، بیشتر از قطر ساقه رقم 'Golden Wave' (۲/۸۱ میلی متر) بود. هرچند تمام تیمارهای پلی آمینی موجب افزایش ارتفاع ساقه گل‌دهنده نسبت به شاهد شدند، اما بیشترین ارتفاع ساقه گل‌دهنده در هر دو رقم مربوط به تیمار اسپرمیدین ۱ میلی مولار و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۲).

طول گل آذین: نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر پلی آمین‌ها و رقم بر طول گل آذین اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۱٪ نشان داد (جدول ۳). گل‌های رقم 'Blue Sea' طول گل آذین بیشتری نسبت به رقم 'Golden Wave' داشتند (به ترتیب ۷/۶ و ۶/۲ سانتی متر). همچنین، در هر دو رقم، تیمارهای اسپرمیدین بیشترین طول گل آذین را نسبت به شاهد داشتند. اما اختلاف معنی‌داری بین آنها و دیگر تیمارهای پلی آمینی دیده نشد (جدول ۲).

تعداد گلچه، قطر و طول بزرگترین گلچه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارها و رقم در سطح ۱٪ و اثر متقابل آنها در سطح ۵٪ بر تعداد گلچه معنی‌دار بود. همچنین، اثر تیمار بر قطر و طول گلچه به ترتیب در سطوح ۱٪ و ۵٪ و اثر رقم تنها بر قطر گلچه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). در هر دو رقم، بیشترین تعداد گلچه مربوط به تیمار اسپرمیدین بود. در رقم 'Blue Sea' کمترین تعداد گلچه مربوط



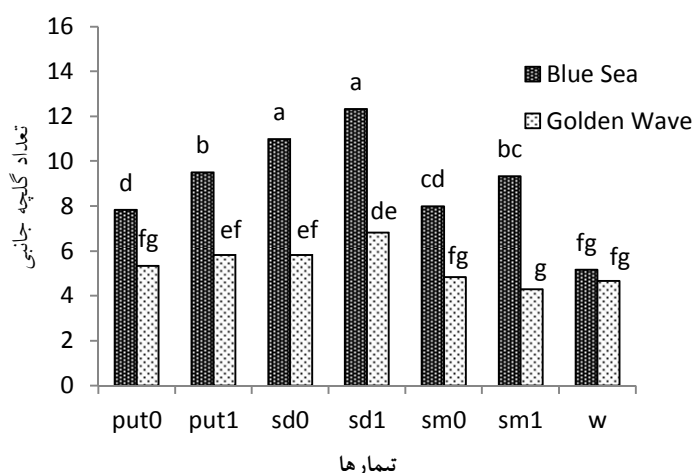
شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و تیمارهای پلی آمینی بر تعداد گلچه گل آذین اصلی در فریزیا. تیمارها شامل: پوترسین ۵٪ میلی مولار (put0)، پوترسین ۱ میلی مولار (put1)، اسپرمیدین ۵٪ میلی مولار (sd0)، اسپرمیدین ۱ میلی مولار (sd1)، اسپرمین ۵٪ میلی مولار (sm0)، اسپرمین ۱ میلی مولار (sm1) و آب مقطر (w) هستند. در این شکل، ستون های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی داری از نظر آماری با یکدیگر ندارند.

حسینی فرحی و همکاران (۱۱) گزارش کردند که تیمار با پوترسین و اسپرمیدین، قطر غنچه، و تیمار با پوترسین و اسپرمین، طول غنچه، را در رز افزایش داد. محبوب و همکاران (۲۱) نیز گزارش کردند که تیمار ۱۵۰ میلی گرم بر لیتر پوترسین بیشترین تأثیر را بر پارامترهای گل دهی، تعداد گل، قطر گل و وزن تر و خشک گل کوکب داشت. مطابق با این نتایج، کاربرد پوترسین موجب افزایش تعداد گل، قطر گل و وزن تر و خشک گل در داوودی (۱۰)، میخک (۲۲) و گلاب (۲۳) شد.

نتایج تحقیقات پیشین نشان می دهد که پلی آمین ها، پیش ساز آنها آرژنین و آنزیم های بیوسنتزی آنها در تحریک تقسیم سلولی، توسعه و تمایز و نمو آوندها در گیاه نقش دارند (۲۵). همچنین، رابطه نزدیکی بین اثر پلی آمین ها و افزایش رشد، هورمون های درونی گیاه، محصولات فتوسنتزی (قندهای محلول، پلی ساکاریدها و کربوهیدرات کل) و ترکیبات نیتروژنی وجود دارد (۹). پلی آمین ها با تنظیم کننده های رشد درونی گیاه در ارتباط بوده و گزارش شده که می توانند موجب کاهش اسید آبسزیک و افزایش اکسین، جیبرلین و سیتوکینین در گیاه شوند (۸ و ۹). این احتمال وجود دارد که پلی آمین ها اثر خود را بر

به تیمار شاهد بود. اما در رقم 'Golden Wave' تیمارهای اسپرمین موجب کاهش تعداد گلچه نسبت به شاهد شدند (شکل ۲). قطر گلچه در رقم 'Blue Sea' (۴۰/۴۲ میلی متر) بیشتر از رقم 'Golden Wave' (۳۴/۹ میلی متر) بود. در هر دو رقم، بزرگترین قطر گلچه مربوط به تیمار اسپرمیدین و کوچکترین قطر گلچه مربوط به تیمار شاهد بود که با تیمارهای اسپرمین اختلاف معنی داری نداشت. همچنین، تمام تیمارهای پلی آمینی موجب افزایش طول گلچه نسبت به شاهد شدند. هرچند این افزایش، بجز در تیمار اسپرمیدین ۱ میلی مولار، معنی دار نبود (جدول ۲).

پلی آمین ها در نمو ساختار گل نقش مهمی را ایفا می کنند. افزایش طول ساقه گل دهنده و گل آذین فریزیا توسط پلی آمین ها موافق با نتایج ناهد و همکاران (۲) برای گلاب، محبوب و همکاران (۲۱) برای کوکب، حسینی فرحی و همکاران (۱۱) در مورد رز، محبوب و همکاران (۲۲) در مورد میخک، طلعت و همکاران (۲۹) برای پروانش و یوسف و همکاران (۳۶) برای داتوره است. اما بر خلاف این نتایج، در این تحقیق، قطر ساقه گل دهنده تغییر نکرد.



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و تیمارهای پلی آمینی بر میانگین تعداد گلچه بر ساقه‌های گل‌دهنده جانبی در فریزیا. تیمارها شامل: پوترسین ۵٪ میلی‌مولار (put0)، پوترسین ۱ میلی‌مولار (put1)، اسپرمیدین ۵٪ میلی‌مولار (sd0)، اسپرمیدین ۱ میلی‌مولار (sd1)، اسپرمین ۵٪ میلی‌مولار (sm0)، اسپرمین ۱ میلی‌مولار (sm1) و آب مقطر (w) هستند.

در این شکل، ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری از نظر آماری با یکدیگر ندارند.

افزایش معنی‌دار شاخه‌های جانبی گل‌دهنده فریزیا به وسیله اسپرمیدین و پوترسین ممکن است به علت اثر آنها در افزایش بیوسنتز هورمون‌های داخلی گیاه، مانند سیتوکینین‌ها، باشد. این نتایج با یافته‌های ال-باسیونی (۸) تطابق دارد که نشان داد پوترسین به طور معنی‌داری تعداد شاخه و میزان سیتوکینین درونی گیاه نخود فرنگی را افزایش داد. بنابراین، نقش پلی آمین‌ها در افزایش تعداد گلچه نیز ممکن است از طریق افزایش سیتوکینین یا جبرلین درونی باشد که انتقال مواد غذایی به جوانه‌ها را از طریق افزایش تقسیم سلولی و یا افزایش ارتباط آوندی بین جوانه‌های جانبی و یا ساقه اصلی تسهیل می‌کند (۹). همچنین، گزارش شده که افزایش هورمون‌های درونی مانند سیتوکینین در گندم در اثر تیمار با پلی آمین‌ها موجب افزایش عملکرد از طریق کاهش غالبیت انتهایی و افزایش جوانه‌های گل و بنابراین افزایش تعداد ساقه گل‌دهنده و وزن خوشه شد. محجوب و همکاران (۲۲) گزارش کردند که محلول‌پاشی با پوترسین بر میخک به طور معنی‌داری موجب افزایش تعداد گل به ازای گیاه و وزن تر و خشک گل‌ها می‌شود. یوسف و همکاران (۳۶) گزارش کردند که پوترسین موجب

گل‌دهی و ساختار گل از طریق افزایش سطح داخلی هورمون‌های گیاهی، مانند جبرلین‌ها، اعمال کنند. همچنین، شواهدی وجود دارد که پلی آمین‌ها مانند پوترسین موجب جهت بخشی به تجمع مواد فتوسنتزی در گل‌ها می‌شوند (۲۱).

تعداد ساقه گل‌دهنده جانبی و تعداد گلچه جانبی: نتایج

حاصل از تجزیه واریانس اثر پلی آمین‌ها و رقم بر تعداد ساقه گل‌دهنده جانبی اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۱٪ نشان داد. همچنین، اثر متقابل تیمار و رقم بر میانگین تعداد گلچه ساقه جانبی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمارهای اسپرمیدین و پوترسین بیشترین تعداد ساقه گل‌دهنده جانبی را داشتند. همچنین، رقم 'Blue Sea' با میانگین ۲/۹۵، تعداد ساقه جانبی بیشتری نسبت به رقم 'Golden Wave' (با میانگین ۱/۹) داشت. در هر دو رقم، بیشترین تعداد گلچه جانبی مربوط به تیمار اسپرمیدین و سپس پوترسین بود. در رقم 'Blue Sea' کمترین تعداد گلچه مربوط به تیمار شاهد بود. اما در رقم 'Golden Wave' تیمار اسپرمین ۱ میلی‌مولار تعداد گلچه کمتری نسبت به تیمار شاهد داشت (شکل ۳).

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس تأثیر رقم و تیمارهای پلی آمینی بر ویژگی های پدازه و پدازک فریزیا

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن پدازه	قطر پدازه	تعداد پدازه	وزن پدازک	قطر پدازک	تعداد پدازک
رقم	۱	۹۶/۵۵**	۱۲۸/۶۲**	۰/۳۸ ^{ns}	۰/۱۵**	۱۱/۴۱*	۲/۳۸**
تیمار	۶	۲/۴۴**	۲۶/۶۸**	۰/۷۶*	۰/۰۸**	۸/۶۴**	۰/۲۶ ^{ns}
رقم × تیمار	۶	۰/۳۰ ^{ns}	۱/۱۶ ^{ns}	۰/۱۰ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۹۱ ^{ns}	۰/۲۱ ^{ns}
خطا	۲۸	۰/۱۴	۴/۳۸	۰/۱۶	۰/۰۰۴	۲/۲۳	۰/۱۹
CV (%)		۸/۷۶	۱۰/۰۹	۲۵/۹۷	۱۰/۴۳	۱۶/۵۶	۱۹/۰۹

**، * و ns به ترتیب معنی دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی دار

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر رقم بر ویژگی های پدازه و پدازک فریزیا

رقم	وزن پدازه (گرم)	قطر پدازه (میلی متر)	وزن پدازک (گرم)	قطر پدازک (میلی متر)	تعداد پدازک
Blue Sea	۵/۷۸a	۲۲/۵۰a	۰/۶۶a	۹/۵۵a	۲/۰۴b
Golden Wave	۲/۷۵b	۱۹/۰۰b	۰/۵۴b	۸/۵۰b	۲/۵۲a

در هر ستون، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند.

و پدازک در هر دو رقم مربوط به تیمار پوترسین بود که اختلاف معنی داری نسبت به تیمار شاهد داشت (جدول ۶).

مراحل تشکیل و نمو پدازه نیازمند تغییرات مورفولوژیک و بیوشیمیایی وسیعی است. همانند ریشه زایی و گل دهی، دلایل بسیاری وجود دارد که نشان می دهند تشکیل اندام های زیرزمینی گیاهان نیز تحت کنترل هورمونی است. گزارش هایی در مورد اهمیت جیبرلین ها، سیتوکینین، جازمونیک اسید و آبسازیک اسید در انگیزش غده در سیب زمینی وجود دارد (۲۸). همچنین، مدر (۲۰) گزارش کرد که پلی آمین ها برای تشکیل غده در سیب زمینی لازم هستند. تیمار پیازهای مریم به صورت محلول پاشی یا خیساندن با اسپرمیدین و ATP موجب بهبود و تقویت ویژگی های پیازدهی و گل دهی شد. تیمار اسپرمیدین بیشتر از ATP بر ویژگی های پیازچه ها تأثیر داشت (۱۹). کومار و همکاران (۱۶) نشان دادند که هر سه پلی آمین اسپرمیدین، اسپرمیدین و پوترسین تعداد پدازک های تولید شده در کشت درون شیشه ای گلاب را افزایش دادند. بیشترین تعداد پدازک در تیمار با اسپرمیدین و بیشترین توده پدازک های تشکیل شده در تیمار با پوترسین حاصل شد. هنگامی که ممانعت کننده دی آمین

افزایش معنی دار خصوصیات رویشی و گل دهی در داتوره می شود. نتایج مشابهی در افزایش تعداد گل در هر گیاه در اثر تیمار با پلی آمین ها در داوودی (۱۰)، کوکب (۲۱) و گلابیل (۲۳) گزارش شده است.

ویژگی های پدازه

تعداد، وزن و قطر پدازه و پدازک ها: تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر تیمار بر وزن پدازه و پدازک و قطر پدازه و پدازک در سطح احتمال ۱٪ و بر تعداد پدازه در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود. همچنین، اثر رقم بر وزن پدازه و پدازک و قطر پدازه در سطح احتمال ۱٪ و بر قطر پدازک در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود (جدول ۴).

همان طور که در جدول ۵ آمده است، اندازه و وزن پدازه و پدازک در رقم 'Blue Sea' بیشتر از رقم 'Golden Wave' بود. اما تعداد پدازک در رقم 'Golden Wave' بیشتر بود. همچنین، مقایسه میانگین داده ها نشان داد که تیمار اسپرمیدین موجب تولید ۲ پدازه به ازای هر گیاه شد و اختلاف معنی داری با تیمارهای شاهد و اسپرمین داشت. اما بیشترین وزن و قطر پدازه

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر تیمارهای پلی‌آمین بر ویژگی‌های پدازه و پدازک فریزیا

تیمار	غلظت	وزن پدازه (گرم)	قطر پدازه (میلی‌متر)	تعداد پدازه	وزن پدازک (گرم)	قطر پدازک (میلی‌متر)
پوترسین	۰/۵	۴/۷۵ab	۲۲/۲۰ab	۱/۶۶ab	۰/۷۵ab	۹/۶۶a
(میلی‌مولار)	۱	۵/۰۵a	۲۴/۶۸a	۱/۶۶ab	۰/۷۶a	۱۰/۵۳a
اسپرمدین	۰/۵	۴/۴۰ab	۲۱/۰۳ab	۲a	۰/۵۹cd	۹/۴۵ab
(میلی‌مولار)	۱	۴/۵۰ab	۲۰/۱۶b	۲a	۰/۶۳bc	۹/۵۸ab
اسپرمن	۰/۵	۴/۱۶bc	۱۸/۸۵b	۱/۱۶b	۰/۵۳cde	۸/۱۶ab
(میلی‌مولار)	۱	۳/۹۳c	۱۹/۴۱b	۱/۳۳ab	۰/۴۵e	۸/۸۶ab
شاهد		۳/۰۸d	۱۸/۹۳b	۱/۱۶b	۰/۵۱de	۶/۸۵b

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۷. نتایج تجزیه واریانس تأثیر رقم و تیمارهای پلی‌آمین بر غلظت عناصر غذایی برگ فریزیا

منابع تغییرات	درجه آزادی	نیترژن	فسفر	پتاسیم	منیزیم	کلسیم	آهن	روی
رقم	۱	۰/۰۱۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۳۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۸ ^{ns}	۰/۰۲۳ ^{ns}	۵/۹۴ ^{ns}
تیمار	۶	۰/۰۹۳*	۰/۰۱۳**	۰/۱۳۹*	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۲ ^{ns}	۲۰/۴۹ ^{ns}	۴۴/۹۵**
رقم × تیمار	۶	۰/۰۰۸ ^{ns}	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۱۳ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۱/۸۵ ^{ns}	۷/۵۸ ^{ns}
خطا	۲۸	۰/۰۲۹	۰/۰۲۲	۱/۲۴۳	۰/۰۲۳	۰/۱۳۷	۳۰۲/۰۰	۱۷۲/۴۹
CV (%)		۷/۶۳	۶/۶۹	۷/۲۴	۱۰/۷۲	۹/۲۹	۵/۹۴	۵/۱۷

ns و *، ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

محصولات فتوسنتزی به سمت پدازه‌های تشکیل شده گردد.

غلظت عناصر غذایی برگ

با توجه به تجزیه واریانس داده‌ها، اثر تیمارهای پلی‌آمین بر غلظت نیترژن و پتاسیم برگ در سطح ۵٪ و بر غلظت فسفر، منیزیم و روی برگ در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. اما پلی‌آمین‌ها تأثیری بر غلظت کلسیم و آهن برگ‌ها نداشتند (جدول ۷).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمارهای پلی‌آمین موجب افزایش غلظت عناصر در برگ شدند. بیشترین میزان غلظت نیترژن برگ در تیمار با پوترسین و اسپرمدین ۱ میلی‌مولار دیده شد. تیمار با پوترسین و اسپرمدین به طور معنی‌داری موجب افزایش میزان فسفر، پتاسیم و روی در برگ شدند و تقریباً تمام تیمارهای پلی‌آمین میزان منیزیم برگ را

اکسیداز، Aminoguanidine (AG)، به کار رفت، توده پدازک‌های تولید شده کاهش یافت. ولی کاربرد پوترسین به همراه آن این اثر را از بین برد و تعداد پدازک‌ها نیز افزایش یافت. ناهد و همکاران (۲۳) نیز گزارش کردند که تعداد پدازه و وزن تر و خشک پدازک‌های گلایل پس از تیمار با پوترسین افزایش یافت. اوونو و همکاران (۲۵) نشان دادند که میزان پلی‌آمین‌ها، بخصوص پوترسین، در هنگام تشکیل غده در *Dioscorea cayenensis* افزایش می‌یابد و تیمار با پوترسین خارجی موجب تسریع غده‌زایی می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که پلی‌آمین‌ها موجب پیشرفت تشکیل اندام‌های زیرزمینی گیاه مانند غده و پدازه می‌شوند. احتمالاً پوترسین می‌تواند میزان یا متابولیسم تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی دیگر را که به طور مستقیم در غده‌زایی تأثیر دارند تغییر دهد و یا موجب حرکت

جدول ۸. مقایسه میانگین اثر تیمارهای پلی آمینی بر غلظت عناصر غذایی برگ فریزیا

تیمار	غلظت	نیتروژن (%)	فسفر (%)	پتاسیم (%)	منیزیم (%)	روی (mg/L)
پوترسین	۰/۵	۲/۲۲ab	۰/۴۴ab	۲/۹۶ab	۰/۲۸a	۴۹/۶۰ab
(میلی مولار)	۱	۲/۳۹a	۰/۴۷a	۳/۱۰a	۰/۲۹a	۵۱/۳۱a
اسپرمیدین	۰/۵	۲/۲۰ab	۰/۴۶a	۲/۹۷ab	۰/۲۸a	۴۸/۷۵abc
(میلی مولار)	۱	۲/۲۸ab	۰/۴۶a	۳/۰۳a	۰/۲۸a	۵۰/۳۰ab
اسپرمین	۰/۵	۲/۲۸ab	۰/۴۰bc	۲/۷۲b	۰/۲۵ab	۴۶/۲۸bc
(میلی مولار)	۱	۲/۳۷a	۰/۳۸cd	۲/۷۵b	۰/۲۴ab	۴۴/۸۳c
شاهد		۲/۰۲b	۰/۳۴d	۲/۷۰b	۰/۲۳b	۴۴/۴۵c

در هر ستون، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند.

نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۸). این نتایج مطابق با گزارش های ناهد و همکاران (۲۳) و ال-آباجی و همکاران (۷) است.

تحقیقات نشان می دهد که پلی آمین ها در فرایند نمو ریشه دخالت دارند و کاربرد پلی آمین های خارجی موجب بهبود ساختار ریشه از طریق افزایش درصد ریشه های باریک و موئین و کاهش ریشه های ضخیم می شود. این تغییرات موجب بهبود جذب عناصر و افزایش غلظت آنها در گیاه می شود. از سوی دیگر، پلی آمین ها می توانند به عنوان منبع نیتروژن اضافی برای گیاه عمل کنند و موجب افزایش رشد گیاه شوند (۱۷ و ۳۵). گزارش شده که محلول پاشی برگی پوترسین موجب افزایش برخی عناصر غذایی درونی گیاه مارچوبه، مانند نیتروژن، پتاسیم، فسفر، آهن و منیزیم (۷) و همچنین افزایش غلظت نیتروژن، پتاسیم و فسفر در برگ های گلابیل (۲۳) شد. در این تحقیق، افزایش میزان عناصری مانند نیتروژن، پتاسیم، فسفر، منیزیم و روی در گیاهان تیمار شده با اسپرمیدین و پوترسین می تواند دلیل دیگری بر افزایش رشد و بهبود تولید گل و پدازه در این تیمارها باشد. پیش از این گزارش شده که افزایش فسفر و پتاسیم در فریزیا موجب افزایش وزن تر و رشد پدازه می شود (۳۱). خلج و

همکاران (۱۵) نیز نشان دادند که تعداد و کیفیت گل های مریم با افزایش مقدار جذب عناصر غذایی افزایش می یابد.

نتیجه گیری

به نظر می رسد که پلی آمین ها نقش حیاتی در تشکیل و نمو گل و پدازه در گیاه فریزیا دارند. نتایج این تحقیق نشان می دهد که اسپرمیدین به خوبی می تواند موجب افزایش غلظت عناصر غذایی درونی گیاه، افزایش عملکرد گل و بهبود کیفیت ظاهری در هر دو رقم 'Golden Wave' و 'Blue Sea' فریزیا شود. گیاهان تیمار شده با اسپرمیدین ۱ میلی مولار برتری آشکار و معنی داری از نظر ارتفاع برگ، تعداد ساقه گل دهنده، ارتفاع ساقه گل دهنده، طول گل آذین، تعداد گلچه و قطر و طول گلچه نسبت به دیگر تیمارها داشتند. در بین پلی آمین های به کار رفته در این آزمایش، پوترسین اثر مطلوب تری بر تولید پدازه داشت. اگرچه گیاهان تیمار شده با اسپرمیدین تعداد پدازه بیشتری تولید کردند، اما پدازه های تولید شده در تیمارهای پوترسین وزن بیشتر و اندازه بزرگتری داشتند و چنین پدازه هایی در کشت بعدی عملکرد بیشتری خواهند داشت.

منابع مورد استفاده

۱. اثنی اشعری، م. و م. ر. ذکایی خسروشاهی. ۱۳۸۷. پلی آمین ها و علوم باغبانی. انتشارات دانشگاه ابوعلی سینا همدان، ۲۰۵ صفحه.

2. Applewhite, P.B., R. Kaur-Sawhney and A.W. Galston. 2000. A role for spermidine in the bolting and flowering of arabidopsis. *Physiol. Plant.* 108: 314-320.
3. Aribaud, M. and J. Martin-Tanguy. 1994. Polyamine metabolism, floral initiation and floral development in chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.). *Plant Growth Regul.* 15: 23-31.
4. Caffaro, S.V., F. Antognoni, S. Scaramagli and N. Bagni. 1994. Polyamine translocation following photoperiodic flowering induction in soybean. *Physiol. Plant.* 91: 251-256.
5. Chapman, H.D. and P.F. Pratt. 1961. *Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters*. Univ. of Calif., Div. Agric. Sci., Berkeley, pp. 168-173.
6. Ding, Y.F., P. Liu, Y.X. Chang, L. Zhao, D.G. Han and K.D. Xu. 2006. Effect of spermine on physiology of leaves and configuration of florescence of chrysanthemum [J]. *Hubei Agric. Sci.* 6: 789-79.
7. El-Abagy, H.M.H., El-Sh.M. Rashad, A.M.R. Abdel-Mawgoud and N.H.M. El-Greadly. 2010. Physiological and biochemical effects of some bioregulators on growth, productivity and quality of artichoke (*Cynara Scolymus* L.) plant. *Res. J. Agric. Biol. Sci.* 6: 683-690.
8. El-Bassiouny, H.M.S. 2004. Increasing thermotolerance of *Pisum sativum* L. plants through application of putrescine and stigmasterol. *Egypt. J. Biotech.* 18: 93-118.
9. El-Bassiouny, H.M., H.A. Mostafa, S.A. El-Khawas, R.A. Hassanein, S.I. Khalil and A.A. Abd El-Monem. 2008. Physiological responses of wheat plant to foliar treatments with arginine or putrescine. *Aust. J. Basic Appl. Sci.* 2: 1390-1403.
10. El-Sayed, I.M. 2009. Physiological and biological studies on chrysanthemum plant (*Chrysanthemum indicum* L.). MSc. Agric. Ornamental Horticulture, Faculty of Agric., Cairo Univ., Egypt.
11. Hosseini Farahi, M., A. Khalighi, B. Kholdbarin, M. Mashhadi, A. Boojar, S. Eshghi, B. Kavoosi and A. Aboutalebi. 2012. Morphological responses and vase life of *Rosa hybrida* cv. Dolcvita to polyamines spray in hydroponic system. *Ann. Biol Res.* 3: 4854-4859.
12. Huang, C., B. Chang, K. Wang, S. Her, T. Chen, Y. Chen, C. Cho, L. Liao, K. Huang, W. Chen and Z. Liu. 2004. Changes in polyamine pattern are involved in floral initiation and development in *Polianthes tuberosa*. *J. Plant Physiol.* 161: 709-713.
13. Kaur-Sawhney, R., A.F. Tiburcio, T. Altabella and A.W. Galston. 2003. Polyamines in plants: An overview. *J. Cell Mol. Biol.* 2: 1-12.
14. Khan, M.K., M. Sajid, A. Rab, I. Jan, H. Zada, M. Zamin, I. Haq, A. Zaman, S.T. Shah and A.U. Rehman. 2012. Influence of nitrogen and phosphorus on flower and corm production of freesia. *Afr. J. Biotech.* 11: 11936-11942.
15. Khalaj, M.A., B. Edrisi and M. Amiri. 2012. Effect of nitrogen and plant spacing on nutrients uptake, yield and growth of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). *J. Ornament. Hort. Plants* 2(1): 45-54.
16. Kumar, A., L.M.S. Palni and A. Sood. 2011. Factors affecting in vitro formation of cormlets in *Gladiolus hybridus* Hort. and their field performance. *Acta Physiol. Plant.* 33: 509-515.
17. Kusano, T., T. Berberich, C. Tateda and Y. Takahashi. 2008. Polyamines: Essential factors for growth and survival. *Planta* 228: 367-381.
18. Liu, J.H., C. Honda and T. Moriguchi. 2006. Involvement of polyamine in floral and fruit development. *Japan Agric. Res. Quart.* 40: 51-58.
19. Lobna, S.T. and A.E. Rawia. 2011. Stimulation effect of some bioregulators on flowering, chemical constituents, essential oil and phytohormones of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). *N Y Sci. J.* 4: 16-21.
20. Mader J.C. 1999. Effects of jasmonic acid, silver nitrate and L-AOPP on the distribution of free and conjugated polyamines in roots and shoots of *Solanum tuberosum* in vitro. *J. Plant Physiol.* 154: 79-88.
21. Mahgoub, M.H., N. Abd El Aziz and M.A. Mazhar. 2011. Response of *Dahlia pinnata* L. plant to foliar spray with putrescine and thiamine on growth, flowering and photosynthetic pigments. *Amer.-Euras. J. Agric. Environ. Sci.* 10: 769-775.
22. Mahgoub, M.H., A.H. El-Ghorab and M.H. Bekheta. 2006. Effect of some bioregulators on the endogenous phytohormones, chemical composition, essential oil and its antioxidant activity of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). *J. Agric. Sci.* 31: 4229-4245.
23. Nahed, G.A.A., S.T. Lobna and M.M.I. Soad. 2009. Some studies on the effect of putrescine, ascorbic acid and thiamine on growth, flowering and some chemical constituents of gladiolus plants at nubaria. *Ozean J. Appl. Sci.* 2: 169-179.
24. Nassar, A.H., K.A. El-Tarabily and K. Sivasithamparam. 2003. Growth promotion of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by a polyamine-producing isolate of *Streptomyces griseoluteus*. *Plant Growth Regul.* 40: 97 – 106.
25. Ovono, P.O., C. Kevers and J. Dommes. 2010. Tuber formation and development of *Dioscorea cayenensis*–*Dioscorea rotundata* complex in vitro effect of polyamines. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.* 46: 81-88.

26. Paschalidis, A.K. and A.K. Roubelakis-Angelakis. 2005. Sites and regulation of polyamine catabolism in the tobacco plant. Correlation with cell division/expansion, cell cycle progression and vascular development. *Plant Physiol.* 138: 2174-2184.
27. Perkin-Elmer. 1982. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Norwalk: Perkin-Elmer Co., Connecticut, USA.
28. Prat, S. 2004. Hormonal and day length control of potato tuberisation. PP. 538-560. *In*: Davies, P.J. (ed.) *Plant Hormones, Biosynthesis, Signal Transduction, Action*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
29. Talaat, I.M., M.A. Bekheta and M.H. Mahgoub. 2005. Physiological response of periwinkle plants (*Catharanthus roseus* L.) to tryptophan and putrescine. *Int. J. Agric. Biol.* 2: 210-213.
30. Tarenghi, E. and J. Martin-Tanguy. 1995. Polyamines, floral induction and floral development of strawberry (*Fragaria ananassa* Dutch.). *Plant Growth Regul.* 17: 157-165.
31. Thomas, M., S. Matheson and M. Spurway. 1998. Nutrition of container grown freesias. *J. Plant Nutr.* 21: 2485-2496.
32. Wada, N., M. Shinozaki and H. Iwamura. 1994. Flower induction by polyamines and related compounds in seedlings of morning glory (*Pharbitis nil* cv. Kidachi). *Plant Cell Physiol.* 35: 469-472.
33. Walinga, I., W. Van Vark, V.J.G. Houba and J.J. Van der Lee. 1989. *Plant Analysis Procedures. Part 7, Department of Soil Science and Plant Nutrition*, Wageningen Agricultural University, pp. 197-200.
34. Wang, L. 2007. Freesia. PP. 665-693. *In*: Anderson, N.O. (Ed.), *Flower Breeding and Genetics*, Springer.
35. Wu, Q.S., Y.N. Zou, M. Liu and K. Cheng. 2012. Effects of exogenous putrescine on mycorrhiza, root system architecture, and physiological traits of *Glomus mosseae*-colonized trifoliolate orange seedlings. *Not. Bot. Hort. Agrobot.* 40: 80-85.
36. Youssef, A.A., R.A. El-Mergawi and M.S.A. Abd El-Wahed. 2004. Effect of putrescine and phenylalanine on growth and alkaloid production of some *Datura* species. *J. Agric. Sci.* 29: 4037-4053.
37. Youssef, A.A., M.H. Mahgoub and I.M. Talaat. 2004. Physiological and biochemical aspects of *Matthiola incana* L. plants under the effect of putrescine and kinetin treatments. *Egypt. J. Appl. Sci.* 19: 492-510.
38. Zielinska, M., J. Kesy and J. Kopcewicz. 2006. Participation of polyamines in the flowering of the short-day plant *Pharbitis nil*. *Plant Growth Regul.* 50:149-158.