

تأثیر کاربرد برگ‌پلی آمین‌ها بر ویژگی‌های رشدی، عمر گل‌جایی و میزان تنظیم‌کننده‌های رشد درونی گل رز رقم دولس ویتا

مهدی حسینی‌فرهی^{۱*} و مسعود زاده‌باقری^۲

۱. استادیار، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد یاسوج دانشگاه آزاد اسلامی - واحد یاسوج، یاسوج، ایران

۲. استادیار، گروه علوم باغبانی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد شیراز، شیراز، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱/۷ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۲۸)

چکیده

بهبود رشد و گلدهی با کاربرد پلی‌آمین‌ها در گیاهان مختلفی گزارش شده است. بنابراین در این پژوهش کاربرد برگ‌پلی‌آمین‌های برون‌زاد بر ویژگی‌های کمی، عمر گل‌جایی (Vase life)، میزان تنظیم‌کننده‌های رشد درونی و پلی‌آمین‌های درونی گل رز بررسی شد. بدین منظور، آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ده تیمار، سه تکرار و دو بوته در هر تکرار در یک گلخانه آبکشتی (هیدروپونیک) تجاری در شهر یاسوج انجام گرفت. تیمارها شامل محلول‌پاشی بوته‌ها با پوتریسین در غلظت‌های ۱، ۲ و ۳ میلی‌مولار، اسپرمیدین در غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار و اسپرمین در غلظت‌های ۱، ۲ و ۴ میلی‌مولار و شاهد (آب مقطر) بود. نتایج نشان داد، بیشترین و کمترین میزان ارتفاع و وزن شاخه به ترتیب در تیمارهای اسپرمیدین ۱/۵ میلی‌مولار و شاهد به دست آمد. کاربرد پلی‌آمین‌ها باعث افزایش عمر گل‌جایی شد به طوری که بیشترین عمر گل‌جایی به میزان شانزده روز در گیاهان تیمار شده با اسپرمین ۱ میلی‌مولار مشاهده شد. بیشترین میزان غلظت ایندول‌استیک‌اسید، اسیدجیبرلیک و زاتین در برگ گیاهان محلول‌پاشی شده با غلظت ۴ میلی‌مولار اسپرمین مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان اسیدآبسیزیک در برگ گیاهان محلول‌پاشی شده با اسپرمیدین ۱/۵ میلی‌مولار به دست آمد. کاربرد پلی‌آمین‌های برون‌زاد باعث افزایش میزان پوتریسین و اسپرمیدین درونی برگ شد. نتایج کلی این پژوهش نشان داد که کاربرد اسپرمیدین در غلظت ۱/۵ میلی‌مولار و اسپرمین ۴ میلی‌مولار برون‌زاد به دلیل افزایش غلظت مواد تنظیم‌کننده رشد و پلی‌آمین‌های درونی، باعث بهبود ویژگی‌های رویشی و افزایش عمر گل‌جایی گل رز رقم دولس ویتا شد.

واژه‌های کلیدی: اسپرمیدین، اسپرمین، ایندول استیک اسید، پوتریسین، جیبرلین، زاتین.

Effect of foliar application of polyamines on growth properties, vase life and endogenous plant growth regulators contents of cut rose flower (*Rosa hybrida* cv. Dolcvita)

Mehdi Hosseini Farahi^{1*} and Masoud Zadehbagheri²

1. Assistant Professor, Young Researcher and Elite Club, Yasooj Branch, Islamic Azad University, Yasooj, Iran

2. Assistant Professor, Department of Horticulture Science, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran

(Received: Mar. 27, 2015 - Accepted: Sep. 19, 2015)

ABSTRACT

Improvement of growth and flowering with polyamines application has been reported in different plants. So, in this study application of exogenous polyamines on quantitative characteristics, vase life and endogenous hormones and polyamines contents in rose flower was investigated. For this purpose, an experiment was conducted as randomized complete block design (RCBD) with ten treatments, three replications and two observations in each replication in a hydroponic greenhouse in Yasooj city. Treatments were including foliar application of putricine (Put) at 1, 2 and 3 mM, spermidine (Spd) at 0.5, 1 and 1.5 mM, spermin (Spm) at 1, 2 and 4 mM and control. The highest and the lowest fresh weight and flower height were obtained in the plants treated with Spd 1.5 mM and control, respectively. Foliar application of polyamines increased the vase life, so that maximum vase life (16 days) was observed in treated flowers with Spm 1 mM as compared to the other treatments. The highest content of IAA, GA₃ and zeatin obtained in treated flowers with Spm 4 mM. The highest ABA content was found in treated flowers with Spd 1.5 mM. The use of exogenous polyamine increased the internal Put and Spd contents. So, the final results of this study revealed that exogenous application of 1.5 mM Spd and 4 mM Spm due to increasing of internal hormones and PA_s, caused to increase of vegetative properties and vase life of rose cv. Dolcvita.

Keywords: IAA, GA₃, Put, Spd, Spm, Zeatin.

مقدمه

گل رز (*Rosa hybrida*) یکی از مهم‌ترین و محبوب‌ترین گل‌های شاخه بریدنی در جهان به‌شمار می‌رود به‌طوری‌که امروزه در جهان از لحاظ سطح زیر کشت، تولید، اشتغال و صادرات رتبه نخست را به خود اختصاص داده است (Dastyaran & Hosseini Farahi, 2015). عملکرد بالا همراه با کیفیت شایان‌پذیرش و بهبود عمر پس از برداشت از هدف‌های اصلی تولید گل شاخه بریدنی رز است. در این زمینه کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی گزینه‌ای مناسب برای رسیدن به این هدف است (Hosseini Farahi *et al.*, 2013).

پلی‌آمین‌ها دسته‌ای از ترکیب‌های طبیعی با وزن مولکولی کم، دارای گروه‌های نیتروژن‌دار خطی و یکی از مهم‌ترین مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی هستند که به‌تقریب در همه موجودهای زنده جانوری و گیاهی یافت می‌شوند و در طیف گسترده‌ای از فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند تقسیم یاخته‌ای، تشکیل جنین، تمایز آوندی، آغازش ریشه، ریشه‌زایی، تشکیل شاخه، افزایش رشد شاخه، افزایش زیست‌ساخت (بیوسنتز) آنزیم‌ها، انگیزش و تکامل گل، رسیدن میوه، پیری، تنظیم فرآیندهای مختلف نمو، تمایزبایی و جنین‌زایی نقش دارند. میزان رشد گیاهان به‌طور مستقیم به میزان پلی‌آمین‌های یاخته‌ای وابسته است و قطع زیست‌ساخت این مواد باعث کندی یا توقف رشد گیاه شود (Abdel Aziz Nahed *et al.*, 2009; Martin-Tanguy, 2001; Mahros *et al.*, 2011; Mahgoub *et al.*, 2011).

پوترسین (دی‌آمین) اسپرمیدین (تری‌آمین) و اسپرمین (ترا آمین) از مهم‌ترین پلی‌آمین‌های موجود در گیاهان هستند (Galston & Kaur-Shwhney, 1990; Benavides *et al.*, 2000; Narcin, 1995; Hussein *et al.*, 2006; Esna-Ashari & Zokaee Khosroshahi, 2008).

گزارش نتایج بررسی‌های مختلف نشان می‌دهند، در گیاهان گل‌دهنده، مقادیر پلی‌آمین‌ها در اندام‌های زایشی بیشتر از اندام‌های رویشی است که سبب انگیزش جوانه‌های گل، تشکیل اندام‌های مختلف گل، تکامل تخمدان و مادگی، جوانه‌زنی دانه‌گرده و رشد لوله‌گرده می‌شوند. همچنین مشخص شده است که

پلی‌آمین‌ها سبب رشد و نمو بذر، شکستن رکود بذر و تحریک جوانه‌زنی آن می‌شوند. از سوی دیگر در هنگام تنش‌های مختلف غلظت پلی‌آمین‌ها به‌شدت تغییر می‌کند به‌طوری‌که در هنگام تنش عنصرهای کانی، تجمع پوترسین دیده می‌شود یا در هنگام تنش شوری غلظت پلی‌آمین‌ها کاهش می‌یابد و این ترکیب‌ها با بستن روزنه‌ها سبب مقاومت به تنش خشکی می‌شوند. در هنگام تنش گرما و تنش سرما میزان پلی‌آمین کل افزایش می‌یابد به‌طوری‌که در هنگام تنش سرما، اسپرمیدین و اسپرمین با محافظت از لیپیدهای غشا سبب جلوگیری از سرمازدگی می‌شوند. تنش‌های مکانیکی سبب تغییر در غلظت پلی‌آمین‌ها می‌شوند و در کل پلی‌آمین‌ها آسیب ناشی از آسیب‌های مکانیکی و آفات و بیماری‌ها را کاهش می‌دهند (Palavan-Unsal, 1995; Bouchereau *et al.*, 1999; Alcazar *et al.*, 2006).

پلی‌آمین‌ها در بسیاری از فرآیندهای مرگ یاخته مؤثر بوده و از آن‌ها به‌عنوان عامل جوانی نام برده می‌شود (Thomas & Thomas, 2001). در بسیاری از سامانه‌های گیاهی افزایش سن برگ و میوه و پیری، با کاهش میزان پلی‌آمین‌ها در ارتباط است. کاربرد بیرونی پلی‌آمین‌ها اغلب باعث تأخیر یا جلوگیری از پیشرفت پیری می‌شود (Sood & Nagar, 2003). در پژوهشی اثرگذاری تحریکی اسپرمیدین بر گلدهی، ترکیب‌های شیمیایی، روغن‌های اصلی و مواد تنظیم‌کننده رشد درونی گیاه زینتی گل مریم^۱ نشان داد، کاربرد اسپرمیدین به‌صورت خیساندن و محلول‌پاشی بر میزان اسیدجیبرلیک، سایتوکینین و اسیدآبسیزیک درونی تأثیر معنی‌داری را در مقایسه با شاهد نشان داد (Lobna & Rawiaid, 2011). نتایج نشان می‌دهد، کاربرد ۲۰ میلی‌گرم در لیتر اسپرمیدین باعث افزایش وزن تر و وزن خشک ریشه، ساقه و برگ‌های پنبه شد (AbdEl-Wahed, 2006). در پژوهشی گل‌گلابول محلول‌پاشی شده با پوترسین ۲۰۰ میلی‌گرم به‌طور معنی‌داری بیشترین ارتفاع گیاه، شمار برگ در گیاه، وزن خشک و تر

1. *Polianthes tuberosa* L.

دمای گلخانه در طول روز 24 ± 4 و در شب 15 ± 2 درجهٔ سلسیوس و رطوبت نسبی $40-60$ درصد بود.

تیمارهای مورد استفاده

در این پژوهش از پوتریسین، اسپرمیدین و اسپرمین (ساخت شرکت سیگما آمریکا) استفاده شد. پوتریسین در غلظت‌های ۱، ۲ و ۳ میلی‌مولار، اسپرمیدین در غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار و اسپرمین در غلظت‌های ۱، ۲ و ۴ میلی‌مولار به‌صورت محلول‌پاشی به‌کاربرده شد. برای ساخت محلول‌ها از آب مقطر استفاده شد و گیاهان شاهد نیز با آب مقطر محلول‌پاشی شدند. برای جذب بهتر پلی‌آمین‌ها میزان ۵-۴ قطرهٔ توین ۲۰ (ساخت شرکت مرک آلمان) به محلول‌ها اضافه شد. محلول‌پاشی دو هفته پس از کاشت و استقرار بوته‌ها انجام و دو هفته بعد نیز تکرار شد. عملیات محلول‌پاشی در صبح انجام گرفت و بوته‌ها به‌خوبی با محلول‌های مورد نظر آغشته شدند.

ویژگی‌های اندازه‌گیری شده

وزن تر گل شاخه بریده

برای اندازه‌گیری وزن تر گل شاخه بریده در هنگام برداشت از بالای نخستین پنج برگچه‌ای با قیچی تیز برداشت و در آزمایشگاه با ترازوی دیجیتالی برحسب گرم توزین شد.

ارتفاع غنچه گل

برای اندازه‌گیری ارتفاع غنچه گل از کولیس دیجیتالی استفاده شد.

ارتفاع شاخه

برای اندازه‌گیری ارتفاع شاخه در هنگام برداشت از هر تیمار شش شاخه برداشت و در آزمایشگاه برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

عمر گل‌جایی

برای اندازه‌گیری عمر پس از برداشت گل، از هر تیمار شمار شش شاخه گل برداشت و بی‌درنگ به آزمایشگاه منتقل شد و درون گلدان‌های شیشه‌ای ۲۰ سانتی‌متری حاوی ۲۵۰ میلی‌لیتر آب قرار گرفت. عمر

برگ، شمار پدازک، وزن تر و خشک پدازک، طول شاخه، شمار گلچه و طول سنبله را در مقایسه با گیاهان تیمار نشده نشان دادند (Abdel Aziz Nahed *et al.*, 2009). در پژوهشی کاربرد اسپرمین از راه کاهش میزان تولید اتیلن باعث تأخیر در پیری گل شاخه بریده میخک شد (Lee *et al.*, 1997). همچنین کاربرد اسپرمیدین و ۱،۳-دی آمینو پروپان از زیست‌ساخت اتیلن از راه متیونین با جلوگیری از فعالیت آسی‌سی سنتتاز و جلوگیری از تبدیل آسی‌سی به اتیلن جلوگیری کرد (Führer *et al.*, 1982). در پژوهشی کاربرد اسپرمیدین و استیگماتسول بر گیاه دارویی بابونه^۱ نشان داد که هر دو تنظیم‌کننده رشد گیاهی باعث افزایش فراسنجه‌های رشد مانند رشد، گلدهی، ارتفاع گیاه، شمار شاخه‌ها، وزن تر و خشک و ترکیب‌های شیمیایی و روغن‌های ضروری در فرآیند رشد رویشی شدند ولی اثر اسپرمیدین بسیار مؤثرتر از استیگماتسول بود (AbdeEl-Wahed & Gamal El Din, 2004).

هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر کاربرد برون‌زاد پلی‌آمین‌ها بر بهبود رشد و گلدهی، افزایش عمر شاخه‌های گل بردنی و رابطهٔ این ویژگی‌های با غلظت هورمون‌ها و پلی‌آمین‌های درونی گل رز رقم دولس ویتا^۲ در نظام آبکشتی (هیدروپونیک) بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

در آغاز قلمه‌های ریشه‌دار شدهٔ گل رز رقم دولس ویتا از شرکت نگین فلات آریا (تولیدکنندهٔ تجاری) خریداری و آنگاه در محیط کشتی که مخلوطی از پرلایت و کوکوپیت به نسبت ۵۰:۵۰ (حجمی) بود کشت شد. عنصرهای غذایی مورد استفاده در تهیهٔ محلول غذایی برای تغذیهٔ بوته‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. محلول غذایی با پمپ و سامانهٔ آبیاری قطره‌ای باز به بوته‌ها منتقل شد. عملیات داشت مانند هرس، مبارزه با آفات، بیماری‌ها و خم‌سازی^۳ شاخه‌ها بنابر شرایط گلخانه در طول دورهٔ رشد انجام شد. میانگین

1. *Chamomilla recutita* L Rausch
2. Dolce vita
3. Bending

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC، مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD و رسم شکل‌ها با نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

تأثیر پلی‌آمین‌ها بر ویژگی‌های رشدی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، تأثیر پلی‌آمین‌ها بر ویژگی‌های رویشی مانند ارتفاع شاخه، وزن شاخه، ارتفاع غنچه گل و عمر گل‌جایی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲).

برای هر کدام از هورمون‌ها، بخش مربوطه تراشیده و در ۲ میلی‌لیتر اتانول حل و به هم زده شد و پس از ته‌نشین شدن گچ سلیکاژل، محلول جدا و با دستگاه فام‌نگار گازی (HP-5890- series II) ساخت کشور استرالیا) خوانده شد. برای رسم منحنی استاندارد از هورمون‌های مصنوعی (Synthetic) استفاده شد.

محاسبه‌های آماری

طرح آماری مورد استفاده در قالب طرح کامل تصادفی با ده تیمار و سه تکرار و دو مشاهده در هر تکرار بود.

جدول ۲. تجزیه واریانس تأثیر پلی‌آمین‌ها بر ویژگی‌های رویشی و عمر گل‌جایی گل رز رقم دولس ویتا

Table 2. Analysis of variance the effect of polyamines on vegetative and vase life of rose flower cv Dolcivita

Source of Variation	df	Vase life	Stem fresh weight	Bud height	Stem length
Replication	2	2.3	643.03	20.71	51.48
Treatment	9	2.47*	1517.23**	74.75**	271.39**
Error	18	0.725	263.79	15.23	37.22
CV (%)		5.73	23.1	8.77	7.08

ns معنی‌دار نبودن، * و ** به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns: Non significant, * and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

۱/۵ میلی‌مولار نداشتند. وزن تر شاخه نیز تحت تأثیر محلول‌پاشی پلی‌آمین‌ها قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین‌های ارائه‌شده در جدول ۲ نشان داد که بیشترین وزن تر شاخه در گیاهان تیمار شده با اسپرمیدین ۱/۵ میلی‌مولار با ۱۱۹/۴ گرم مشاهده شد. گیاهان تیمار شده با اسپرمیدین ۱/۵ میلی‌مولار، ۲/۵ برابر سنگین‌تر از گیاهان شاهد بودند. کاربرد پلی‌آمین‌ها باعث افزایش ارتفاع غنچه گل در مقایسه با گیاهان تیمار نشده شد. بیشترین و کمترین ارتفاع غنچه گل در تیمار اسپرمیدین ۲ میلی‌مولار و شاهد به ترتیب با ۵۰/۵۵ و ۳۶/۲ میلی‌متر مشاهده شد (جدول ۳).

نتایج ارائه‌شده در جدول ۳ نشان می‌دهد، محلول‌پاشی پلی‌آمین‌ها باعث افزایش ارتفاع شاخه در مقایسه با گیاهان شاهد شد. در بین پلی‌آمین‌ها، اسپرمیدین مؤثرتر از دیگر پلی‌آمین‌ها در افزایش ارتفاع شاخه بود. بلندترین شاخه به ارتفاع ۱۰۰/۷ سانتی‌متر در گیاهان تیمار شده با اسپرمیدین ۱/۵ میلی‌مولار و کوتاه‌ترین شاخه به ارتفاع ۷۱ سانتی‌متر در گیاهان شاهد مشاهده شد. البته گیاهان محلول‌پاشی شده با پوترسین ۲ میلی‌مولار، اسپرمیدین ۲ میلی‌مولار و اسپرمیدین ۰/۵ میلی‌مولار ارتفاع شاخه را در مقایسه با شاهد و دیگر تیمارها افزایش دادند ولی اختلاف آماری معنی‌داری با اسپرمیدین

جدول ۳. تأثیر پلی‌آمین‌ها بر ویژگی‌های رویشی و عمر گل‌جایی گل رز رقم دولس ویتا

Table 3. Effect of polyamines on vegetative and vase life of rose cv Dolcivita

Treatment	Vase life (day)	Stem fresh weight (gr)	Stem length (cm)	Bud height (mm)
Control	14.1 ^{bc}	48 ^{de}	71 ^e	36.2 ^c
Put [†] 1 mM	14.1 ^{bc}	56.8 ^{cde}	82.5 ^{cd}	43.9 ^{ab}
Put 2 mM	15 ^b	92.1 ^{ab}	96.5 ^{ab}	49.5 ^{ab}
Put 3 mM	15.3 ^{ab}	58.25 ^{cde}	73 ^{de}	44.1 ^{ab}
Spd ^{††} 0.5 mM	15.8 ^a	61.1 ^{cde}	92 ^{abc}	36.8 ^c
Spd 1 mM	13 ^c	75.7 ^{bcd}	84.3 ^c	43.95 ^{ab}
Spd 1.5 mM	15.3 ^{ab}	119.4 ^a	100.7 ^a	48.85 ^{ab}
Spm 1mM	16 ^a	78.9 ^{bc}	86.2 ^{bc}	47.15 ^{ab}
Spm 2 mM	14.5 ^{bc}	68.1 ^{bcd}	92.2 ^{abc}	50.55 ^a
Spm 4mM	15.3 ^{ab}	44.9 ^e	83.5 ^{cd}	43.7 ^b

در هر ستون اعداد دارای حرف‌های مشترک در سطح ۱ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means within a column followed by the same letters are not significantly different at 0.01 probability level based on Duncan test.

†: Putrescine

††: Spermidine

تأثیر پلی آمین‌ها بر عمر گل جایی

مقایسه میانگین‌های تأثیر پلی آمین‌ها بر عمر گل جایی گل رز نشان داد، بیشترین عمر گل جایی در کاربرد اسپرمیدین ۰/۵ و اسپرمین ۱ میلی مولار به ترتیب با ۱۶ و ۱۵/۸ روز مشاهده شد. در واقع گیاهان تیمار شده با اسپرمین ۱ میلی مولار عمر گل جایی را حدود ۱/۲ برابر بیشتر از گیاهان محلول پاشی نشده افزایش داد (جدول ۲). مؤثر بودن پلی آمین‌ها در افزایش عمر گل جایی برخی گیاهان از جمله گل رز (Hosseini Farahi *et al.*, 2013; Dastyaran & Hosseini Farahi, 2015; Sood & Nagar, 2008)، میخک (Tassoni *et al.*, 2015) و گلاب (Dantuluri *et al.*, 2008) گزارش شده است که نتایج ما با نتایج این پژوهش‌ها همخوانی دارد.

از آنجایی که پلی آمین‌ها در برخی فرآیندهای فیزیولوژیکی همچون پیری به صورت تقاضای رقابتی برای اس آدنوزیل میتیونین^۲ دخیل هستند، بازدارنده‌های تولید اتیلن نیز به شمار می‌آیند (Sood & Nagar, 2003). این مسئله موجب شده است که افزون بر نقش تغذیه‌ای، پلی آمین‌ها به وسیله بازداشتن آنزیم آسی سی سینتاز^۳ پیری را به تأخیر بیاندازند (Lee *et al.*, 1997). پلی آمین‌ها می‌توانند پیری را با جلوگیری از تولید اتیلن به تأخیر اندازند. پلی آمین‌ها از پراکسیداسیون چربی‌ها جلوگیری کرده و این ممکن است یکی از سازوکارهای اثرگذاری ضد پیری توسط پلی آمین‌ها باشد (Borrell *et al.*, 1997). در پژوهشی کاربرد پلی آمین‌ها میزان نشاسته برگ، پروتئین و آر آن آر در گل رز افزایش داد (Costa *et al.*, 2002). تیمار با ۰/۱ میلی مولار در لیتر اسپرمین می‌تواند میزان بالای قندهای احیایی و پروتئین محلول در فرآیند مرحله عمر گل جایی در گل رز شاخه بریده را حفظ کند، اما از افزایش نفوذپذیری غشاء در گلبرگ و برگ‌ها، تجمع مالون دی‌آلدئید در گلبرگ و تولید اتیلن جلوگیری کند (Costa *et al.*, 2002). نتایج پژوهشی نشان داد، پوترسین به دلیل افزایش میزان پروتئین در گلبرگ‌ها و تخمدان‌ها و همچنین کاهش تولید اتیلن درونی باعث افزایش عمر گل جایی گل داودی شد

پلی آمین‌ها نقش حیاتی در فیزیولوژی و چرخه‌های زیستی گیاهان دارند. این ترکیب‌ها در فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی زیادی مانند تقسیم یاخته‌ای و تولید شدن یاخته نقش دارند. افزایش میان‌گره‌ها به میزان پلی آمین‌ها وابسته است. افزایش رشد و ارتفاع شاخه گل رز به دلیل نقش اسپرمیدین در افزایش تقسیم یاخته‌ای، بزرگ شدن یاخته و افزایش طول میان‌گره‌ها است. نتایج این پژوهش با یافته‌های دیگر پژوهشگران همخوانی دارد (Abdel Aziz Nahed *et al.*, 2009; Mahgoub *et al.*, 2006; Talaat *et al.*, 2005; Youssef *et al.*, 2004; Mahros *et al.*, 2011; Hosseini Farahi *et al.*, 2013).

افزایش طول ساقه، طول گل آذین، وزن تر و خشک گل آذین گل داودی در کاربرد پوترسین در غلظت‌های ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر توسط (Mahros *et al.*, 2011) گزارش شده است. افزایش وزن تر شاخه‌ها در کاربرد پلی آمین‌ها روی گیاهان مختلفی مانند میخک (Tassoni *et al.*, 2006; Mahgoub *et al.*, 2006)، شب بو (Youssef *et al.*, 2004)، رز (Hosseini Farahi *et al.*, 2013) و گلاب (Abdel Aziz Nahed *et al.*, 2009) گزارش شده است. افزایش معنی دار و متوالی رشد در مرحله نمو در گل پروانش با استفاده از پوترسین توسط (Talaat *et al.*, 2005) گزارش شده است. نتایج همسانی نیز توسط (El-Sayed, 2009) روی گل داودی گزارش شده است. پژوهشگران دلایل این نتایج را به علت دخیل بودن پلی آمین‌ها در دامنه گسترده‌ای از فرآیندهای زیستی (بیولوژیکی) مانند رشد و نمو، پاسخ به تنش‌های محیطی، تقسیم یاخته‌ای، تمایزیابی عنوان کرده‌اند. در پژوهشی اضافه کردن اسپرمیدین به محلول غذایی حاوی نمک و محلول پاشی هفتگی اسپرمیدین با غلظت ۰/۱ یا ۰/۵ میلی مولار روی گیاه تروبر سیترنج^۱ (دورگ بین نارنج سه برگ پونسیروس و پرتقال واشنگتن ناول) در شرایط تنش شوری، شمار برگ، میزان سبزینه (کلروفیل)، عملکرد، نورساخت (فتوسنتز) خالص و میزان نیتروژن را بهبود بخشید (Anjum, 2011).

2. S-Adenosyl-L-methionine (SAM)
3. ACC Synthetase

1. Troyer citrange

تأثیر پلی‌آمین‌ها بر میزان غلظت هورمون‌های درونی نتایج تجزیه واریانس نشان داد، تأثیر پلی‌آمین‌های برون‌زاد بر میزان غلظت درونی هورمون‌هایی مانند ایندول‌استیک اسید، اسیدجیبرلیک، زاتین، اسیدآبسایزیک، پوتریسین و اسپرمین در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

(Mahros *et al.*, 2011). اختلال در سازوکار عمل اتیلن و افزایش عمر گل جایی توسط گزارش شده است (Tassoni *et al.*, 2006). Sood & Nagar (2008) سازوکار افزایش عمر گل جایی گل رز را به دلیل تأثیر پلی‌آمین‌ها بر متوقف کردن فعالیت آنزیم‌سی‌سینتاز و کاهش تولید اتیلن گزارش کرده‌اند.

جدول ۴. تجزیه واریانس تأثیر پلی‌آمین‌ها بر میزان مواد تنظیم‌کننده رشد درونی برگ گل رز

Table 4. Analysis of variance the effect of polyamines on internal plant growth regulaors in leaf of rose

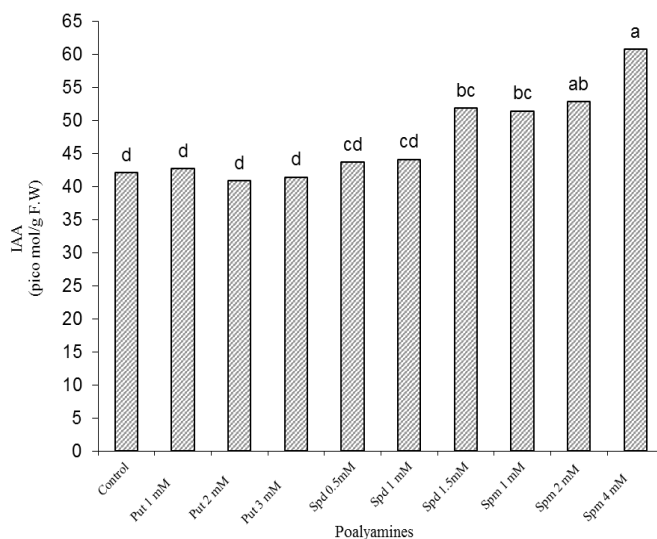
Source of Variation	df	IAA	GA3	Zeatin	ABA	Put	Spm
Replication	2	47.3	5.5	4.1	2.2	35.2	4.6
Treatment	9	132.3**	282.3**	76.9**	118.2**	233.9**	32.8**
Error	18	23.04	18.9	10.6	9.5	10.3	4.9
CV (%)		10.17	10.92	12.75	12.02	10.75	13.83

ns: غیر معنی‌دار نبودن، * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

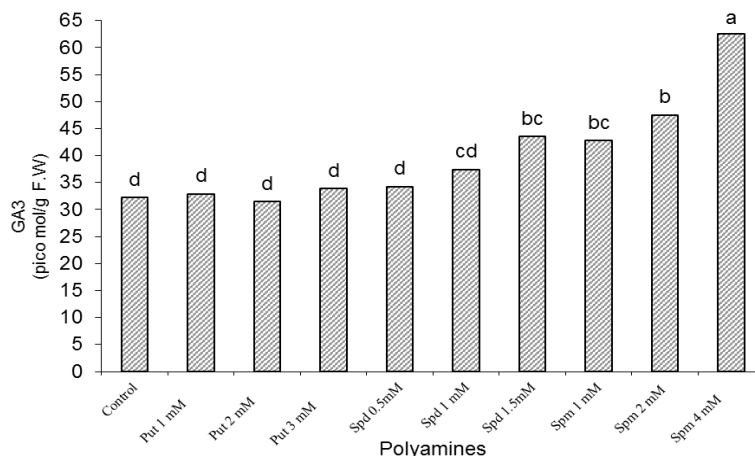
ns: Non significant, * and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

زاتین درونی برگ در جدول شکل ۳ نشان داد، گیاهان تیمار شده با اسپرمین ۴ میلی‌مولار بیشترین میزان زاتین درونی را به میزان ۳۷/۳ (پیکومول در گرم تر برگ) در مقایسه با دیگر تیمارها نشان دادند. نتایج ارائه شده در شکل ۴ نشان داد، محلول‌پاشی پلی‌آمین‌ها باعث افزایش غلظت اسیدآبسایزیک در مقایسه با گیاهان محلول‌پاشی نشده شد. در بین پلی‌آمین‌های محلول‌پاشی شده، کاربرد اسپرمیدین ۱/۵ میلی‌مولار باعث افزایش اسیدآبسایزیک به میزان ۳۳/۲ (پیکومول در گرم تر برگ) در مقایسه با دیگر تیمارها و شاهد شد. همچنین گیاهان محلول-پاشی نشده (شاهد) کمترین میزان اسیدآبسایزیک را به میزان ۱۸/۵ (پیکومول در گرم تر برگ) نشان دادند.

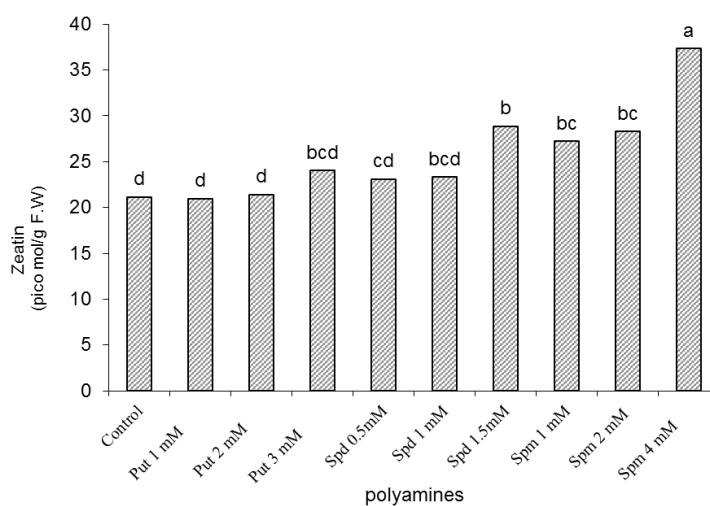
نتایج این پژوهش نشان داد، غلظت ایندول استیک اسید درونی برگ در گیاهان محلول‌پاشی شده با اسپرمین ۴ میلی‌مولار بیشترین میزان ۶۰/۷ پیکومول در گرم وزن تر برگ) در مقایسه با دیگر تیمارها بود (شکل ۱). نتایج ارائه شده در شکل ۲ گویای تأثیر معنی‌دار پلی‌آمین‌ها در افزایش غلظت اسیدجیبرلیک درونی برگ در گل رز دارد. غلظت اسیدجیبرلیک در گیاهانی که با اسپرمین محلول‌پاشی شده بودند، نسبت به دیگر تیمارها افزایش شایان‌ملاحظه‌ای را نشان داد، به طوری که بیشترین میزان اسیدجیبرلیک با ۶۲/۵ (پیکومول در گرم وزن تر برگ) در تیمار اسپرمین ۴ میلی‌مولار مشاهده شد. نتایج مقایسه میانگین‌های تأثیر پلی‌آمین‌ها بر غلظت



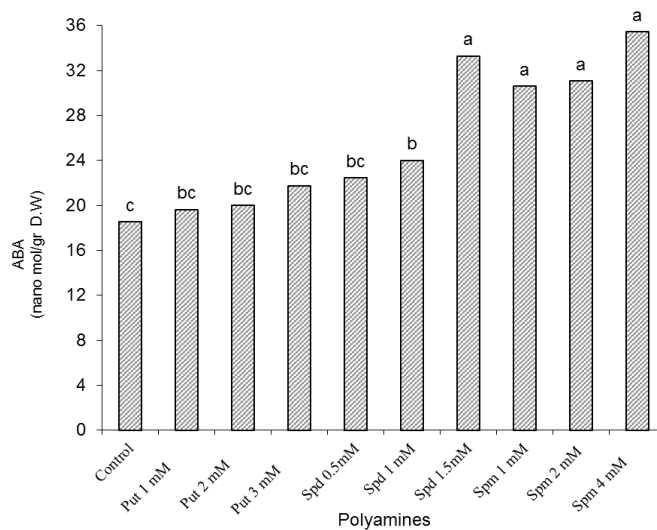
شکل ۱. تأثیر سطوح مختلف پلی‌آمین‌ها بر غلظت ایندول استیک اسید درونی برگ گل رز
Figure 1. Effect of different levels of Polyamines on internal IAA content in leaf of rose



شکل ۲. تأثیر تیمارهای مختلف پلی آمین ها بر غلظت اسیدجیبرلیک درونی در برگ گل رز
Figure 2. Effect of different levels of Polyamines on internal GA₃ content in leaf of rose



شکل ۳. تأثیر تیمارهای مختلف پلی آمین ها بر غلظت زاتین درونی در برگ گل رز
Figure 3. Effect of different levels of Polyamines on internal zeatin content in leaf of rose



شکل ۴. تأثیر تیمارهای مختلف پلی آمین ها بر غلظت اسیدآبسیزیک درونی در برگ گل رز
Figure 4. Effect of different levels of Polyamines on internal ABA content in leaf of rose

اسیدجیبرلیک روی نخودفرنگی پاکوتاه باعث افزایش فعالیت آرژنین دکربوکسیلاز و میزان پوترسین و اسپرمیدین در میان گره‌ها شده است. همچنین گزارش شده است که اسیدآبسایزیک می‌تواند زیست‌ساخت پلی‌آمین‌ها را در گیاه آرابیدوپسیس^۳ در شرایط تنش آبی و شوری تحریک کند (Kuznetsov & Shevyakovaf, 2007).

در پژوهشی میزان تنظیم‌کننده‌های رشد ایندول‌استیک‌اسید، اسیدجیبرلیک و سایتوکنین در گیاهان میخک تیمار شده با پوترسین در مقایسه با گیاهان تیمار نشده افزایش یافت (Mahgoub *et al.*, 2006). همچنین نشان داده شده است، پلی‌آمین‌ها با همه تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در برخی مسیرها در تعامل‌اند. پلی‌آمین‌ها فعالیت ضد پیری همانند سایتوکنین‌ها دارند (Altman, 1989). در پژوهشی در کشت جنین کاج مطبق (*Araucaria angustifolia*) پلی‌آمین‌ها در محیط کشت (BM) بدون تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی باعث افزایش سطوح تنظیم‌کننده‌های رشد ایندول‌استیک‌اسید و اسیدآبسایزیک شد. در این آزمایش کاربرد اسپرمین ۰/۰۱ میلی‌مولار در افزایش ایندول‌استیک‌اسید (IAA) نسبت به دیگر پلی‌آمین‌ها مانند اسپرمین و پوترسین بود. کاربرد اسپرمیدین ۱ میلی‌مولار در افزایش غلظت اسیدآبسایزیک نسبت به دیگر پلی‌آمین‌ها تأثیر معنی‌دارتری را نشان داد اما یک رابطه معکوس ضعیف بین اسپرمین به کار برده شده و اسیدآبسایزیک درونی در کشت جنینی مشاهده شد (Steiner *et al.*, 2007). Liu *et al.* (2000) گزارش دادند که پلی‌آمین‌ها می‌توانند به‌عنوان پیام‌رسان‌های شیمیایی برای واکنش گیاه به نشانه (سیگنال)‌های تنش‌های مختلف عمل کنند. تنش‌های محیطی و کمبود آب، سطوح هر دو تنظیم‌کننده رشد اسیدآبسایزیک و پلی‌آمین‌ها را افزایش می‌دهد (Davies *et al.*, 1990; Bouchereau *et al.*, 1999).

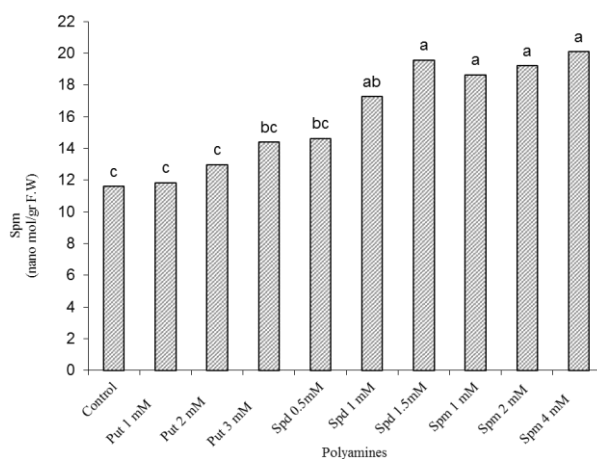
این باور است که پلی‌آمین‌ها با تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در ارتباط بوده و در بسیاری از فرآیندهای رشد و نمو گیاهان اثرگذاری همسان تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی دارند. گزارش شده که 2.4.D باعث افزایش میزان پلی‌آمین‌ها و ساخت درشت‌مولکول‌ها می‌شود و به نظر می‌رسد که هورمون‌های اکسین از راه پلی‌آمین‌ها در برای تحریک رشد در بافت‌های مختلف اثر خود را اعمال می‌کنند. تیمار با بتانفتوکسی‌استیک‌اسید باعث افزایش آنزیم اورنتین دکربوکسیلاز^۱ به میزان سه برابر در برگ‌های گوجه‌فرنگی شده و تیمار با سایتوکنین‌ها میزان پوترسین و فعالیت آرژنین دکربوکسیلاز^۲ را در لپه جدا شده خیار افزایش داد (Esna-Ashari & Zokaee, 2008). ایندول‌استیک‌اسید و اسیدجیبرلیک باعث افزایش فعالیت اورنتین دکربوکسیلاز به میزان ۴ برابر در فرآیند جوانه‌زنی بذرهای جو شده و کانتین و بنزیل آدنین میزان پوترسین را در آن افزایش داده‌اند. تیمار با اسیدجیبرلیک باعث افزایش معنی‌داری در سطوح پلی‌آمین‌ها در لایه آلورن بذر جو شده است (Esna-Ashari & Zokaee, 2008).

یک رابطه اساسی بین ایندول‌استیک‌اسید و سوخت‌وساز (متابولیسم) پلی‌آمین‌ها در برگ لفل مشاهده شده است، درحالی‌که کاربرد ایندول‌استیک‌اسید و پیش‌ماده سازنده ایندول‌استیک‌اسید در نظام آبکشتی به‌طور معنی‌داری بر میزان افزایش اسپرمین و اسپرمیدین و کاهش پوترسین تأثیر داشت (San-Francisco *et al.*, 2005). بیان شده که پلی‌آمین‌ها به دلیل پاسخ تنظیم‌کننده‌های رشد همسان اکسین، می‌توانند جایگزین اثرگذاری اکسین شوند (Bais & Ravishankar, 2002). در پژوهشی کاربرد اسیدآبسایزیک باعث افزایش ساخت پلی‌آمین‌ها و در پی آن افزایش تحمل گیاه به تنش شوری شد و همچنین اسیدآبسایزیک برون‌زاد زیست‌ساخت پلی‌آمین‌ها را تحریک کرد. پاشش (اسپری)

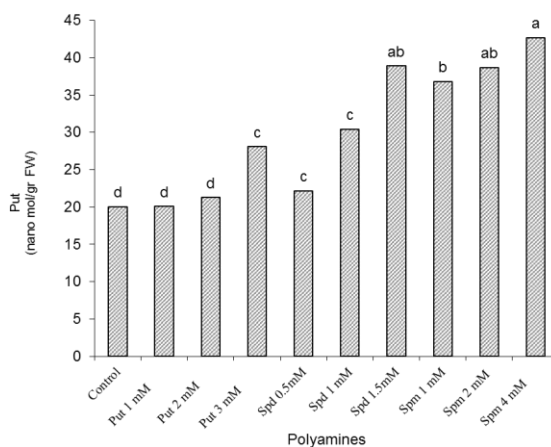
افزایش غلظت پوتریسین درونی برگ شد. نتایج ارائه شده در شکل ۶ نشان می‌دهد، گیاهان محلول‌پاشی شده با اسپرمین و اسپرمیدین ۱/۵ میلی‌مولار بیشترین غلظت پوتریسین درونی را به میزان ۴۲/۷ و ۳۸/۹ (نانومول در گرم وزن تر) در مقایسه با تیمار شاهد به میزان ۲۰ (نانومول در گرم وزن تر) نشان داد. کاربرد پوتریسین برون‌زاد در غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مولار در افزایش غلظت پوتریسین درونی معنی‌داری نبود، اما در غلظت ۳ میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری را با شاهد نشان داد. افزایش میزان اسپرمین درونی با یافته‌های پیشین در زمینه افزایش پلی‌آمین‌های درونی در نتیجه محلول‌پاشی ترکیب‌های مختلفی همچون سالیسیلیک اسید همسو است (Nemeth *et al.*, 2002).

تأثیر پلی‌آمین‌های برون‌زاد بر میزان پوتریسین و اسپرمین درونی

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد، تأثیر محلول‌پاشی پلی‌آمین‌ها بر غلظت پلی‌آمین‌های درونی مانند پوتریسین و اسپرمین معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد، کاربرد اسپرمین و اسپرمیدین برون‌زاد باعث افزایش غلظت اسپرمین درونی برگ شد. داده‌های ارائه شده در شکل ۵ نشان می‌دهد که بیشترین غلظت اسپرمین درونی در کاربرد تیمارهای اسپرمیدین ۱/۵ و اسپرمین به میزان ۲۰/۵ و ۱۹/۵ (نانومول در گرم وزن تر) در مقایسه با شاهد (۱۱/۶ نانومول در گرم وزن تر) بود. نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد اسپرمین و اسپرمیدین برون‌زاد باعث



شکل ۵. تأثیر تیمارهای مختلف پلی‌آمین‌های برون‌زاد بر میزان اسپرمین درونی برگ گل رز
Figure 5. Effect of different levels of Polyamines on internal Spermidine content in leaf of rose



شکل ۶. تأثیر تیمارهای مختلف پلی‌آمین‌های برون‌زاد بر میزان پوتریسین درونی برگ گل رز
Figure 6. Effect of different levels of Polyamines on internal Putriscine content in leaf of rose

پلی‌آمین‌های درونی مانند پوترسین، اسپرمیدین و اسپرمین در برگ گیاه پنبه در دو مرحلهٔ رویشی و گلدهی مشاهده شد. بیشترین مقدار پوترسین و اسپرمیدین به ترتیب در گیاهان تیمارشده با اسپرمیدین ۲۰ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد (AbdEl-AbdEl-Wahed, 2006).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج کلی این پژوهش نشان داد، پلی‌آمین‌ها به دلیل افزایش میزان تنظیم‌کننده‌های رشد درونی و پلی‌آمین‌های درونی باعث افزایش ویژگی‌های رشدی و عمر گل‌جایی گل رز رقم دولس ویتا شدند. بنابراین کاربرد اسپرمیدین ۱/۵ میلی‌مولار و اسپرمین ۴ میلی‌مولار به‌صورت محلول‌پاشی برای افزایش ویژگی‌های کمی، کیفی و عمر گل‌جایی گل رز رقم دولس ویتا در کشت‌های بدون خاک توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

از تلاش‌های آقای دروگر مدیر فنی شرکت کشت و صنعت دنا و آقای مهندس وفا اصل مدیر آزمایشگاه شرکت دشت ناز گلشن به‌خاطر همکاری در اجرای طرح، تشکر و قدردانی می‌گردد.

افزایش میزان پلی‌آمین‌های کل (پلی‌آمین‌های آزاد و باندشده) توسط (Steiner et al., 2007) در کشت جنین کاج مطبق (*A. angustifolia*) با کاربرد پوترسین ۱ میلی‌مولار و اسپرمیدین ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار در مقایسه با شاهد گزارش شده است. در کشت تعلیقی گیاه *A. angustifolia* اضافه شدن ۱ میلی‌مولار پوترسین باعث تحریک و افزایش غلظت پوترسین و افزایش ناچیز اسپرمین و اسپرمیدین شد. کاربرد اسپرمین افزایش در سطوح اسپرمین و پوترسین آزاد و کاهش میزان اسپرمیدین را القاء می‌کند. این نتایج پیشنهاد می‌کند که اسپرمیدین (۱ میلی‌مولار) و اسپرمین (۱ میلی‌مولار) به‌عنوان مکمل محیط کشت در کشت تعلیقی گیاه *A. angustifolia* می‌تواند به‌عنوان یک عامل تنش برای یاخته‌ها عمل کند و در نتیجه پوترسین تجمع یابد (Silveira et al., 2006). در پژوهشی اضافه کردن اسپرمیدین به محلول غذایی و محلول‌پاشی هفتگی با غلظت ۰/۱ یا ۰/۵ میلی‌مولار روی گیاهان ترویر سیترنج تحت تنش شوری، میزان اسپرمیدین و اسپرمین افزایش یافت. همچنین میزان افزایش غلظت پوترسین کمترین بود در حالی که یک افزایش شدیدی در میزان غلظت اسپرمین به علت تیمار شوری و تیمار اسپرمین مشاهده شد (Anjum, 2011). در پژوهشی افزایش غلظت

REFERENCES

1. Abdel Aziz Nahed, G., Taha Lobna, S. & Ibrahim Soad, M. M. (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 Journal of Applied Sciences*, 2(2), 169-179.
2. AbdEl-Wahed, M. S. A. (2006). Exogenous and endogenous polyamines relation to growth, α -cellulose precipitation in fibres productivity of cotton plant. *World Journal of Agricultural Science*, 2(2), 139-148.
3. AbdEl-Wahed, M. S. A. & Gamal El Din, K. M. (2004). Stimulation effect of spermidine and stigmaterol on growth, flowering, biochemical constituents and essential oil of Chamomile plants (*Chamomilla recutita* L. Rausch). *Bulgarian Journal Plant Physiology*, 30(3-4), 48-60.
4. Alcázar, R., Marco, F., Cuevas, J.C., Patron, M., Ferrando A., Carrasco, P., Tiburcio, A. F. & Altabella, T. (2006). Involvement of polyamines in plant response to abiotic stress. *Biotechnology letters*, 28, 1867-1876.
5. Altman, A. (1989). Polyamines and plant hormones. In: Bachrach U, Heimer YM, (eds.), *The physiology of polyamines*, Vol. 31. Boca Raton, FL: CRC Press Inc, 121-145.
6. Anjum, M. A. (2011). Effect of exogenously applied spermidine on growth and physiology of citrus rootstock Troyer citrange under saline conditions. *Turkish Journal Agriculture Forestry*, 35, 43-53.
7. Bais, H. P & Ravishankar, G. A. (2002). Role of polyamines in the ontogeny of plants and their biotechnological applications. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 69, 1-34.
8. Benavides, M. D., Gallegoo, S. M., Comba, M. E. & Tomaro, M. L. (2000). Relationship between polyamines and paraquat toxicity in sunflower leaf discs. *Plant Growth Regulators*, 31(3), 215-224.
9. Borrell, A., Carbonell, L., Farras, R., Puig-Parellads, P. & Tiburcio, A. F. (1997). Polyamines inhibit lipid peroxidation in senescing Oat leaves. *Physiology Plant*, 99, 385-390.

10. Bouchereau, A., Aziz, A., Larher, F. & Martin-Tanguy, J. (1999). Polyamines and environmental challenges: Recent development. *Plant Science*, 140, 103-125.
11. Costa, M. L., Civello, P. M., Chaves, R. & Martinez, C. A. (2002). Characterization of Mg-dechelase activity obtained from *Fragaria ananasa* fruit. *Plant Physiology Biochemistry*, 10, 111-118.
12. Dastyaran, M. & Hosseini Farahi, M. (2015). Effects of humic acid and putrescine on vegetative properties and vase life of rose in soilless culture system. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 5(20), 241-250.
13. Dantuluri, V. S. R., Misra, R. L. & Singh, V. P. (2008). Effect of polyamines on post harvest life of *Gladiolus* spikes. *Journal of Ornamental Horticulture*, 11(1), 66-68.
14. Davies, W. J., Mansfield, T. A. & Hetherington, A. M. (1990). Sensing of soil water status and the regulation of plant growth and development. *Plant Cell Environmental*, 13, 709-720.
15. El-Sayed, I. M. (2009). *Physiological and biological studies on chrysanthemum plant*. MSc. Agricultural Science (*Ornamental Horticulture*), Faculty of Agricultural, Cairo University, Egypt.
16. Ergun, N., Topcuoglu, S. F. & Yildiz, A. (2002). Auxin (Indol-3-acetic acid), gibberellic acid (GA₃), abscisic acid (ABA) and cytokinin (Zeatin) production by some species of mosses and lichens. *Turkish Journal of Botany*, 26, 13-19.
17. Esna-Ashari, M. & Zokaee Khosroshahi, M. R. (2008). *Polyamines & Horticultural Science*. Bu-ali Sina University Press No 293. 1st Ed. 188 p.
18. Fuhrer, J., Kaur-Sawhney, R. Shin, L. M. & Galston, A. W. (1982). Effect of exogenous 1, 3 Diaminopropane and spermidine on senescence of Oat leaves. II Inhibition of ethylene biosynthesis and possible mode of action. *Plant Physiology*, 70, 1597-1600.
19. Galston, A. W. & Kaur-Sawhney, R. (1990). Polyamines in plant physiology. *Plant Physiology*, 94, 406-410.
20. Hosseini Farahi, M., Eshghi, S., Kavooosi, B., Amiri Fahlani, R & Dastyaran, M. (2013). Effects of spermidine and calcium sulfate on quantitative and qualitative traits and vase life of rose (*Rosa hybrida* cv. Dolcvita) grown in hydroponic system. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 4(14), 15-26.
21. Hussein, M.M., Nadia, H., El-Geready, M. & Elesuki, M. (2006). Role of putrescine in resistance to salinity of pea plants (*Pisum sativum*). *Journal of Applied Science Research*, 2(9), 598-604.
22. Kuznetsov, V. K. & Shevyakovaf, N. I. (2007). Polyamiens and stress tolerance of plants. *Plant Stress*, 1(1), 50-71.
23. Lobna, S. T. & Rawiaid, A. E. (2011). Stimulation effect of some bioregulators on flowering, chemical constituents, essential oil and phytohormones of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). *New York Science Journal*, 4(5), 16-21.
24. Leea, M. M., Leea, S. H. & Parkb, K. Y. (1997). Effects of spermine on ethylene biosynthesis in cut Carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) flowers during senescence. *Journal of Plant Physiology*, 151(1), 68-73.
25. Mahgoub, M. H., Abd El Aziz, N. G. & Mazhar, M. A. (2011). Response of *Dahlia pinnata* L. plant to foliar spray with putrescine and thiamine on growth, flowering and photosynthetic pigments. *American-Eurasian Journal Agriculture and Environmental Science*, 10(5), 769-775.
26. Mahgoub, M. H., El-Ghorab, A. H. & Bekheta, M. H. (2006). Effect of some bioregulators endogenous phytohormones, chemical composition, essential oil and its antioxidant activity carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). *Journal of Agriculture Science. Mansoura University*, 31(7), 4229-4245.
27. Mahros, K. M., El-Saady, M. B., Mahgoub, M. H., Afaf, M. H. & El-Sayed, M. I. (2011). Effect of putrescine and uniconazole treatments on flower characters and photosynthetic pigments of *Chrysanthemum indicum* L. *Plant. Journal of American Science*, 7(3), 399-408.
28. Martin-Tanguy, J. (2001). Metabolism and function of polyamines in plants. Recent development (new approaches). *Plant Growth Regulators*, 34(14), 135-148.
29. Narcin, D. (1995). Stress and polyamine metabolism. *Bulgarian Journal Plant Physiology*, 21(2-3), 3-14.
30. Nemeth, M., Janda, T., Horvath, E., Paldi, E. & Szalai, G. (2002). Exogenous salicylic acid increases polyamine content but may decrease drought tolerance in maize. *Plant Science*, 162, 569-574.
31. Palavan-Ünsal, N. (1995). Stress and polyamine metabolism. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 21, 3-14.
32. San-Francisco, S., Houdusse, F., Zamarreño, A.M., Garnica, M., Casanova, E. & García-Mina, J. M. (2005). Effects of IAA and IAA precursors on the development, mineral nutrition, IAA content and free polyamine content of pepper plants cultivated in hydroponic conditions. *Scientia Horticulture*, 106, 38-52.
33. Silveira, V., Santa-Catarina, C., Tun, N. N., Scherer, G. F. E., Handro, W., Guerra, M. P. & Floh, E. I. S. (2006). Polyamine effects on the endogenous polyamine contents, nitric oxide release, growth and differentiation of embryogenic suspension cultures of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. *Plant Science*, 171, 91-98.

34. Sood, S. & Nagar, P. K. (2008). Post-harvest alterations in polyamines and ethylene in two diverse rose species. *Acta Physiology Plant*, 30, 243-248.
35. Sood, S. & Nagar, P. K. (2003). The effect of polyamines on leaf senescence in two diverse rose species. *Plant Growth Regulation*, 39, 155-160.
36. Steiner, N., Santa-Catarina, C., Silveira, V., Floh, E. I. S. & Guerra, M. P. (2007). Polyamine effects on growth and endogenous hormones levels in *Araucaria angustifolia* embryogenic cultures. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 89, 55-62.
37. Unyayar, S., Topcuoglu, S. F. & Unyayar, A. (1996). A modified method for extraction and identification of indole-acetic acid (IAA), gibberellic acid (GA_3), abscisic acid (ABA) and Zeatin produce by phanerochaete chrysosporium ME446. *Bulgarian Journal Plant Physiology*, 22(3-4), 105-110.
38. Talaat, I. M., Bekhea, M. A. & Mahgoub, M. H. (2005). Physiological response of periwinkle plants (*Catharanthus roseus* L.) to tryptophan and putrescine. *International Journal of Agriculture and Biology*, 2, 210-213.
39. Tassoni, A., Accettulli, P. & Bagni, N. (2006). Exogenous spermidine delays senescence of *Dianthus caryophyllus* flowers. *Plant Biosystems*, 140, 107-114.
40. Thomas, T. & Thomas, T. J. (2001). Polyamines in cell growth and cell death: molecular mechanisms and therapeutic applications. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 58, 224-258.
41. Youssef, A. A., Mahgoub, M. H. & Talaat, M. I. (2004). Physiological and biochemical aspects of *Matthiola incana* L. plants under the effect of putrescine and kinetin treatments. *Egypt Journal of Applied Science*, 19(9B), 492-510.