دو فصلنامه‌ی علوم به زراعی گیاهی
دوره دوازدهم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

پاسخ‌های مورفوفیزیولوژیک گیاه شوید (*Anethum graveolens*) به محلول‌پاشی برگی پلی‌آمین‌ها در مراحل مختلف رشد

مهتاب زاهدی[۱]، حسینعلی اسدی قارنه[۲*]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان(خوراسگان)
۲- دانشیار، گروه علوم باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان(خوراسگان)
مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: h.asadi@khuisf.ac.ir
(تاریخ دریافت: ۲۳ آذرماه ۱۴۰۱ ، تاریخ پذیرش: ۲۳ دی ماه ۱۴۰۱)

چکیده

کاربرد پلی آمین‌ها با اثر در محدوده وسیعی از فرآیندهای رشد و نمو گیاه می‌تواند به طور مستقیم یا غیرمستقیم بر شاخص‌های رشد و عملکرد متابولیکی گیاه اثر بگذارد. این تحقیق با هدف بررسی اثرات محلول‌پاشی برگی پلی آمین‌ها در مراحل مختلف رشد گیاه بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک گیاه شوید در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) اجرا شد. آزمایش در قالب طرح آماری بلوک کامل تصادفی با ۱۰ تیمار شامل اسپرمین، اسپرمیدین و پوتریسین هر کدام در سه سطح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتربا ۳ تکرار انجام شد. تیمار بدون محلول پاشی نیز به‌عنوان تیمار شاهد استفاده شد. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی با سطوح مختلف اسپرمین، اسپرمیدین و پوتریسین تأثیر معنی‌داری ($P \leq$ ۰/۰۱) بر صفات وزن خشک ریشه، وزن‌تر و خشک اندام هوایی و همچنین تأثیر معنی‌داری (۰/۰۱ $\geq P$) بر میزان کلروفیل a،b و کل، کاروتنوئید، ارتفاع بوته، تعداد چتر، تعداد شاخه جانبی و وزن صد دانه داشت. بیشترین وزن خشک ریشه و وزن‌تر و خشک اندام هوایی و تعداد شاخه جانبی مربوط به تیمار اسپرمیدین ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر، بیشترین کلروفیل a و b و کلروفیل کل(۲/۳۳ میلی‌گرم بر گرم) وتعداد چتر (۱۲/۶۷) مربوط به تیمار اسپرمین ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر و بیشترین کاروتنوئید برگ (۰/۵۰ میلی‌گرم بر گرم) مربوط به تیمار اسپرمین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و بیشترین وزن صد دانه(۰/۳۰گرم) و ارتفاع بوته(۱۰/۳۳ سانتی‌متر) به‌ترتیب برای کاربرد پوتریسین ۱۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. در بین غلظت‌های مورد بررسی غلظت‌های ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسپرمین و اسپرمیدین بیشترین اثربخشی را داشتند. همچنین پلی‌آمین پوتریسین در غلظت‌های ۱۰۰و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر، بیشترین تأثیر را نشان داد. بر اساس نتایج این تحقیق، پلی‌آمین‌های اسپرمین و اسپرمیدین باعث تأثیر در صفات بیشتری شدند. به‌طور کلی محلول‌پاشی برگی پلی‌آمین‌ها باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی در گیاه شوید گردید.

واژه های کلیدی: پلی‌آمین‌ها، کلروفیل کل، وزن تر و خشک، کاروتنوئید.

مقدمه

شوید یا شبت (*Anethum graveolens L.*) گیاهی است دیپلوئید، یکساله، دگرگشن و دارویی، متعلق به خانواده چتریان با منشأ نواحی شرقی مدیترانه‌ای که مصارف مختلفی در صنایع غذایی و دارویی دارد(۶). تیره شوید اثر درمانی مشابه رازیانه و زیره سیاه دارد و اثر نیرو دهنده، مقوی معده، هضم کننده غذا و دفع استفراغ و زیاد کننده شیر مادر است. همچنین شوید ضدباکتری و حفاظت کننده در برابر رادیکال‌های آزاد و مواد سرطان‌زاست و همینطور برای جلوگیری از پوکی استخوان به کار می‌رود و کاهش دهنده کلسترول و چربی خون است(۱).

پلی آمین‌ها هیدروکربن‌های آلیفاتیک با وزن مولکولی کم و دو گروه آمینی هستند که در بسیاری از موارد دارای یک یا چند گروه آمینی می‌باشند(۲). دی‌آمین پوتریسین، تری آمین اسپرمیدین و تترا آمین اسپرمین رایج‌ترین پلی آمین‌های یافت شده در موجودات آلی هستند. پوترسین و اسپرمیدین در تمامی سلول‌های زنده موجود هستند؛ در حالی که اسپرمین بیشتر در یوکاریوت‌ها و بعضی از باکتری‌ها وجود دارد(۳۳).

در گیاهان پلی‌آمین‌ها در فرآیندهای فیزیولوژیکی از جمله اندام‌زایی، رویان‌زایی، آغازش و توسعه گل، پیری برگ، رشد لوله گرده، توسعه و رنگ‌گیری میوه و پاسخ به تنش‌های زنده و غیرزنده درگیرند. پلی‌آمین‌ها هم‌چنین به‌عنوان ملکول‌های تنظیم‌کننده در فرآیندهای اساسی سلولی از جمله تقسیم سلولی، تمایز، بیان ژن، سنتز *DNA* و *RNA* عمل می‌کنند. مسیر متابولیکی پلی‌آمین یک مسیر مرکزی برای متابولیسم نیتروژن واسط و برهم‌کنش با سایر متابولیت‌ها از جمله ترکیبات محافظت در شرایط تنش، هورمون‌ها و ملکول‌های سیگنال‌دهی فرض شده است. شکستن رکود غده‌ها، جوانه‌زنی بذر، کنترل ریشه‌زایی نیز از جمله نقش‌های دیگر پلی‌آمین‌ها است(۲۵). پلی آمینی همچون پوتریسین در متابولیسم‌های ثانویه و اولیه پیش ماده‌ای معمول است و می‌تواند به پلی آمین‌های دیگری همچون اسپرمیدین و اسپرمین تبدیل شود و همراه با این ترکیبات در فرایندهای متابولیسمی اولیه ضروری مربوط به نمو و رشد گیاه شرکت کند(۳۲). این ترکیبات در تمامی اندام‌های رویشی و زایشی، ریشه‌ها، ساقه‌ها، برگ و گل‌ها هستند. پلی‌آمین‌ها در بذرها، غده‌ها، مریستم‌ها و بافت‌های پاراشیمی نیزیافت می شوند. در سلول‌های گیاهی پلی‌آمین‌ها، عمدتاً در واکوئل‌ها جای دارند، همچنین به صورت باند شده در هسته، میتوکندری، کلروپلاست، ریبوزوم‌ها، دیواره سلولی و غشاء یافت می‌شوند و حتی در مایع اپوپلاستی نیز هستند(۲). پژوهشگران بر این باورند که به خاطر طبیعت‌های فیزیولوژیکی چند بار مثبتی پلی‌آمین‌ها در *pH* های فیزیولوژیکی است که این مولکول‌ها در فعالیت‌های فیزیولوژیک نقش اساسی بازی می‌نمایند. این ترکیبات در فسفوریلاسیون لیپیدها و تغییرات پیش از رونویسی نقش اساسی دارند.

پلی‌آمین‌ها با داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی و پلی کاتیونی موجب پایداری و انسجام غشاهای سلولی می‌شوند. همچنین پلی‌آمین‌ها با اتیلن، پیش ماده مشترکی به نام *S* ـــ آدنوزیل متیونین دارند که از این طریق با سنتز اتیلن رقابت می‌نماید. اثر دیگر آن‌ها به‌عنوان ترکیبات ضد پیری و ضد تنش به تأثیر آن‌ها در جلوگیری از رادیکال‌های آزاد مربوط می‌شود. پلی آمین‌ها به دلیل داشتن بارهای مثبت به‌عنوان دهنده الکترون و ایجاد کننده‌ی کمپلکس با ترکیبات دارای رادیکال آزاد به حساب می‌آیند و در نتیجه از تجمع این ترکیبات مضر که موجب تسریع در پیری و ایجاد تنش در سلول‌ها می‌شوند جلوگیری می‌کنند(۳۶).

با توجه به اثرات مثبت پلی‌آمین‌ها بر گیاهان، تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر محلول‌پاشی برگی این مواد در غلظت‌های مختلف بر صفات مورفوفیزیولوژیک گیاه شوید طراحی واجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان سال ۱۳۹۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) در روستای خاتون‌آباد که در فاصله‌ی ۱۰ کیلومتری شرق اصفهان که در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی و ۳۹ ثانیه شمالی و با ارتفاع ۱۵۱۷ متر از سطح دریا و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی و ۲۰ ثانیه شرقی واقع شده است، انجام شد. در این آزمایش از خاک مزرعه در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری از ۵ قسمت مختلف در زمین به طور تصادفی نمونه‌گیری و آنالیز شد، که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل پژوهش

بافت خاک	سیلیت (درصد)	شن (درصد)	رس (درصد)	SP (درصد)	ازت کل (درصد)	گچ (درصد)	آهک (درصد)	کربن آلی	pH	(ds/m) EC
سیلتی رسی	۴۶	۱۰	۴۴	۵۹	۰/۰۶	۰/۰۲۵	۳۸/۴	۰/۵۵	۷/۵	۵/۸

این پژوهش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۰ تیمار شامل اسپرمین، اسپرمیدین و پوتریسین هر کدام در سه سطح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر و تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) و در سه تکرار اجرا شد. در اوایل تیر ماه زمینی به مساحت ۱۲۰ متر مربع انتخاب شد و عملیات شخم، دیسک‌زنی و تسطیح کامل زمین، کرت‌بندی و نصب سیستم آبیاری قطره‌ای در آن صورت گرفت. در زمین کشاورزی سه ردیف کشت انجام شد که در هر ردیف شامل ۱۰ کرت بود و برای هر تکرار سه کرت در نظر گرفته شد. ابعاد هر کرت حدود ۲ در ۱ متر در نظر گرفته شد و فاصله بین کرت‌ها نیز ۰/۵ متر بود. جهت اجرای پژوهش، بذور شوید از شرکت پاکان بذر خریداری شد. پس از کاشت بذور سایر عملیات لازم و هم چنین مبارزه با علف‌های هرز به صورت وجین دستی انجام شد. محلول‌پاشی برگی تیمارهای مورد آزمایش، در سه مرحله یعنی در مرحله پس از استقرار کامل بوته‌ها، رشد کامل شاخه‌های جانبی و مرحله سوم قبل از ظهور اولین گل‌ها روی بوته و به فاصله زمانی ۱۵ روز یک بار در روزهای ۳۱،۱۵ مرداد و ۲۹ شهریور ماه انجام شد. به دلیل حساسیت پلی‌آمین‌ها به نور، محلول‌پاشی هنگام غروب آفتاب انجام شد.

در این پژوهش از هیچ گونه علف‌کش، کود شیمیایی و کود دامی قبل از کاشت استفاده نشد. لذا زمین فاقد هر گونه کود و سم شیمیایی بود. جهت بررسی ویژگی‌های مورفو فیزیولوژیکی گیاه شوید، نمونه‌برداری در مرحله رسیدگی بذرها انجام گرفت. بدین ترتیب که به طور تصادفی ۵ بوته از هر کرت آزمایشی جدا وسپس ارزیابی صفاتی چون، وزن‌تر و خشک اندام هوایی و ریشه گیاه، کلروفیل a، b، کلروفیل کل، کاروتنوئید، ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد چتر در هر گیاه و وزن صد دانه در آن‌ها مورد بررسی قرارگرفت.

وزن‌تر اندام هوایی و ریشه

وزن‌تر اندام هوایی و ریشه در روز معین توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ توزین شد(۲۸).

وزن خشک اندام هوایی و ریشه

وزن خشک اندام هوایی و ریشه در روز معین پس از ۷۲ ساعت قرارگیری در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ توزین شد(۲۸).

کلروفیل *a*، *b*، کل و کاروتنوئید

برای سنجش کلروفیل برگ از روش آرنون(۲۲) استفاده شد. جهت این کار، ابتدا قطعات ۰/۲۵ گرمی برگ تازه شوید را در حلال استون ۸۰ درصد داخل هاون چینی سائیده و ترکیب حاصل به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس جذب در طول موج‌های ۶۴۵، ۶۶۳ و ۴۷۰ نانومتر قرائت شد. نهایتاً غلظت کلروفیل *a* ، *b* و کلروفیل کل و کاروتنوئید از روابط زیر محاسبه شد(۲۲).

chlorophyll a = (۱۹/۳ × A ۶۶۳ − ۰/۸۶ × A ۶۴۵) V/۱۰۰ W

chlorophyll b = (۱۹/۳ × A ۶۴۵ − ۳/۶ × A ۶۶۳) V/۱۰۰ W

Total cl = ۲۰/۲ (A ۶۴۵) + ۸/۰۲ (A ۶۴۵)

carotenoids = ۱۰۰(A ۴۷۰) − ۳/۲۷ (mg chl.a) − ۱۰۴ (mg chl.b) ۲/۲۷

در این روابط منظور از V حجم محلول صاف شده، A جذب نور در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر و W وزن‌تر نمونه بر حسب گرم بود.

ارتفاع، تعداد شاخه جانبی و تعداد چتر

به‌طور تصادفی ۵ بوته از هر کرت جدا کرده و سپس ارتفاع اندام هوایی آن‌ها از طوقه تا انتهای بوته با استفاده از متر اندازه‌گیری شد. تعداد شاخه جانبی و تعداد چتر نیز در هر بوته با دقت شمارش شد.

وزن صد دانه

از هرکرت ۵ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و سپس از هر بوته ۱۰۰ عدد بذر رسیده جدا و وزن صد دانه با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ توزین شد(۱۶).

تجزیه آماری و تحلیل داده‌ها

اطلاعات مورد نظر پس از اندازه‌گیری، ثبت و آنالیز داده‌ها توسط نرم‌افزار *SPSS* انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون *LSD* و در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد انجام شد.

نتایج وبحث

وزن‌تر اندام هوایی و ریشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که محلول‌پاشی با سطوح مختلف اسپرمین، اسپرمیدین و پوتریسین تأثیر معنی‌داری($P \leq ۰/۰۱$) بر این صفت داشت(جدول ۲). بیشترین وزن‌تر ریشه(۱۲/۸۰گرم) برای تیمار شاهد و بیشترین وزن‌تر اندام هوایی(۱۸۳/۰۰ گرم) در تیمار اسپرمیدین ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود. کمترین وزن‌تر

ریشـــه(۱/۷۰ گرم) و کمترین وزن‌تر اندام هوایی(۳۴/۰۰ گرم) برای تیمار اســـپرمین ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود(جدول ۳).

در واقع محلول پاشی پلی‌آمین‌ها تأثیری بر وزن تر ریشه نداشت. پس از تیمار شاهد، بالاترین مقادیر وزن تر ریشـــه مربوط به تیمارهای اســـپرمیدین ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر، (۱۰/۸۰گرم) و پوتریســـین ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر، (۷/۴۱گرم) بود. در واقع این دو پلی‌آمین، در بالاترین غلظت به کار رفته تأثیر بیشـــتری بر وزن تر ریشـــه، نســـبت به سایرتیمارها داشتند. از طرف دیگر، کم‌ترین وزن تر ریشه مربوط به تیمار اسپرمین ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر(۱/۷۰ گرم) بود و این مقدار نسـب به تیمار شـاهد کاهش بسـیار چشـمگیری داشـت. می‌توان گفت که محلول‌پاشـی با پلی‌آمین اسپرمین، در غلظت بالا برای این صفت توجیه پذیر نبود. در پژوهشی که بر روی توت فرنگی انجام شد نتایج نشان داد که کاربرد تلفیقی پلی‌آمین‌ها و هیومیک اسید نتوانست بر وزن تر ریشه تأثیری بگذارد، که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت(۸). علت این امر را سو و همکاران(۳۵) ، این گونه بیان کردند که پلی‌آمین‌ها از طریق تولید محصولات اکسیداتیو که در غلظت کم سیگنال هستند، رشد ریشه را تنظیم می‌کنند. این بیانگر آن است که پراکسید هیدروژن در تشکیل ریشـــه مویین نقش دارد و بازدارنده‌های پلی‌آمین‌ها مثل بتا هیدروکســـی اتیل هیدرازین، از طریق کاهش پلی‌آمین‌ها و کاهش پر اکسید هیدروژن موجب کاهش رشد ریشه می شوند. ایاد و همکاران(۲۴)، در پژوهش‌های خود دریافتند که بیشترین وزن‌تر اندام هوایی بر روی شمعدانی*(pelargonium graveolens L.)*، در محلول پاشی با اسپرمیدین حاصل شد. هم چنین پژوهش‌های موحد و همکاران(۳۱)، منتج به این شد که کاربرد خارجی پلی آمین اسپرمیدین موجب افزایش وزن‌تر برگ توت فرنگی درارقام*(Paros’) و (’selva’)* می‌شـــود. کاربرد اســـپرمیدین در غلظت‌های ۱/۰ و ۵/۰ میلی مول بر لیتر بر روی خیار*(Cucumis sativus)* باعث افزایش معنی دار طول ریشه و وزن‌تر وخشک ریشه شد(۱۳). در تحقیقاتی که بر روی پسته رقم بادام *(Pistacia vera cv badami-e-)* ریزانجام شد محققان در یافتند که محلول پاشی با اسپرمیدین در بالاترین غلظت بیشترین وزن‌تر ریشه را در پی داشت(۱۵).که با نتایج ما هم خوانی دارد. هم چنین نتایج نشان می‌دهد که کاربرد ۲۰ میلی گرم بر لیتر اسپرمیدین باعث افزایش وزن‌تر و خشک ریشه و برگ‌های پنبه شد(۲۳).

وزن خشک اندام هوایی و ریشه

نتایج تجزیه واریانس نشـان داد که محلول‌پاشـی با سـطوح مختلف اسـپرمین، اسـپرمیدین و پوتریسـین تأثیر معنی‌داری($P \leq ۰/۰۱$)بر این صفت داشت(جدول ۲). بیشترین وزن خشک ریشه(۲/۷۱ گرم) و وزن خشک اندام (۵/۸۵ گرم)، مربوط به تیمار اســپرمیدین ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر و کم‌ترین وزن خشـــک ریشـــه(۰/۶۶ گرم) برای تیمار اسپرمین ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر و کم‌ترین وزن خشک اندام(۱/۸۰ g‌گرم) برای تیمار اسپرمین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود(جدول ۲). بر طبق داده‌های حاصـل از این پژوهش، با افزایش میزان اســپرمین، وزن خشـــک ریشـــه کاهش، ولی با افزایش میزان اسپرمیدین وزن خشک ریشه افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش میزان اسپرمیدین وزن خشک اندام هوایی و ریشه افزایش یافت(جدول ۳). پژوهشگران در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که استفاده از اسپرمیدین به‌طور معنی‌داری سبب بهبود وزن خشک نهال‌های استبرق(*Calotrpis procera*) و سطح برگ شد(۱۱). به علاوه محلول‌پاشی با اسپرمیدین وزن خشک‌ریشه‌چه دو رقم خیار(*Cucumis sativus*) را نسبت

به تیمار شـــاهد افزایش داد(۴). کاربرد ســـطوح ۰/۲۵ و ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر اســـپرمیدین در دو شـــرایط دمایی متفاوت، باعث افزیش وزن خشک‌ریشه‌چه در گیاهچه‌های خیار رقم سوپر دامینوس شده است(۱۷).

جدول ۲- خلاصه نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه که در آن میانگین مربعات نشان داده شده است.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		وزن‌تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن‌تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی
بلوک	۲	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۰۴
تیمار	۹	۳۴/۷۵**	۱/۳۷**	۵۳۰۸/۸**	۴/۶۲**
خطا	۱۸	۰/۰۰۰۰۰۰۸	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات (٪)		۰/۰۱	۰/۳۱	۰/۰۲	۰/۲۹

ns و *،**: به ترتیب غیر معنی دار و معنی‌دار شدن در سطح آماری ۵ و ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تیمارها بر وزن‌تر و خشک و اندام هوایی و ریشه

تیمار (پی‌پی‌ام)	وزن‌تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن‌تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی
	(گرم)			
شاهد	۱۲/۸۰ a	۲/۳۶ c	۹۸/۰۰ c	۳/۶۸ g
اسپرمین ۵۰	۶/۰۰ e	۲/۶۸ b	۹۳/۷۰ d	۱/۸۰ j
اسپرمین ۱۰۰	۵/۶۰ f	۱/۸۰ g	۶۹/۷۰ g	۴/۳۱ f
اسپرمین ۱۵۰	۱/۷۰ j	۰/۶۶ j	۳۴/۰۰ j	۲/۲۴ i
اسپرمیدین ۵۰	۳/۱۰ i	۰/۹۳ i	۴۰/۸۳ i	۳/۴۲ h
اسپرمیدین ۱۰۰	۴/۶۰ g	۱/۴۵ h	۷۴/۶۴ f	۴/۵۶ e
اسپرمیدین ۱۵۰	۱۰/۸۰ b	۲/۷۱ a	۱۸۳/۰۰ a	۵/۸۵ a
پوترسین ۵۰	۶/۱۱ d	۱/۸۳ f	۹۹/۰۰ b	۴/۸۱ b
پوترسین ۱۰۰	۳/۹۱ h	۱/۹۰ e	۵۳/۰۰ h	۴/۷۴ c
پوترسین ۱۵۰	۷/۴۱ c	۱/۹۷ d	۸۵/۱۰ e	۴/۶۵ d

* در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، از نظر آماری بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

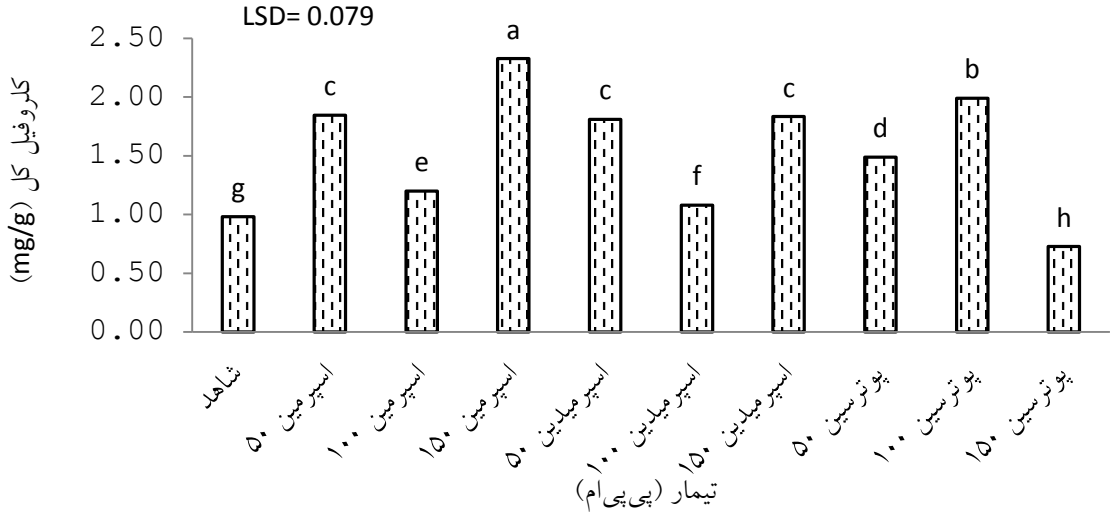
کلروفیل a، b و کل

نتایج تجزیه واریانس نشـــان داد که محلول‌پاشـــی با ســـطوح مختلف اســـپرمین، اســـپرمیدین و پوتریســـین تأثیر معنی‌داری($P \leq ۰/۰۱$) بر این صفات داشت(جدول ۴). بیشترین میزان کلروفیل a،(۱/۱۱ گرم بر وزن‌تر) مربوط به تیمار اســـپرمین ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود اما تفاوت معنی‌داری با تیمارهای پوتریســـین ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر (۰/۹۹گرم بر وزن‌تر) و تیمارهای ا سپرمین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر (۱/۰۰ گرم بر وزن‌تر) پوتریـ سین ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر(۱ گرم بر وزن‌تر) نداشـــت. بیشـــترین میزان کلروفیلb،(۱/۲۱ گرم بر وزن‌تر) و بیشـــترین میزان کلروفیل

کل(۲/۳۳ گرم بر وزن‌تر)، مربوط به تیمار اسپرمین ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بود. کم‌ترین مقدار کلروفیل a ،(۰/۵۴ گرم بر وزن‌تر) برای تیمار پوتریسین ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد(۰/۵۵گرم بر وزن تر)، اسپرمیدین۱۰۰،(۰/۶۲گرم بر وزن تر) نداشت. کم‌ترین مقدار کلروفیل b و کل به ترتیب(۰/۱۷ گرم بر وزن‌تر) و (۰/۷۲ گرم بر وزن‌تر) مربوط به تیمار پوتریسین ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بود(جدول ۵).

ایاد و همکاران(۲۴)، بررسی اثر پوترسین روی برخی ویژگی‌های شمعدانی(*pelargonium graveolens* L.) دریافتندکه پوترسین بیشترین تأثیر را بر روی کلروفیل a داشت، این در حالی‌است که در پژوهش حاضر بیشترین میزان کلروفیل a مربوط به تیمار اسپرمین ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود، اما با توجه به جدول ۵ تفاوت معنی‌داری با تیمارهای پوتریسین ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نداشت. در پژوهشی دیگر که بر روی گیاه کدو طبی *(Cucurbita pepo)* انجام شده، پیش تیمار اسپرمین باعث افزایش میزان کلروفیل b شده است(۲۰).

در تحقیقات انجام شده توسط دانایی و عبدوسی(۱۰) بیشترین مقدار کروفیل کل برگ گیاه دارویی ریحان(*Ocimum basiliicum L.*) در تیمار محلول‌پاشی شده با پوتریسین به دست آمده است، که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت نداشت. همچنین در گیاه نعناع فلفلی(*Mentha piperit L.*) افزایش غلظت پوتریسین باعث افزایش میزان کلروفیل کل شده است(۲۱)، در حالی‌که کاربرد تیمار اسپرمین به تنهایی موجب افزایش خصوصیات مورفولوژیکی مانند کلروفیل کل در گل رز رقم *Black bacara* روی بوته شده است(۳).



شکل ۱- اثر محلول‌پاشی با سطوح مختلف اسپرمین، اسپرمیدین و پوتریسین بر کلروفیل کل

کاروتنوئید

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که محلول‌پاشی با سطوح مختلف اسپرمین، اسپرمیدین و پوتریسین تأثیر معنی‌داری($P \leq ۰/۰۱$) بر این صفت داشت(جدول ۴). بیشترین میزان آن(۰/۵۰ میلی‌گرم بر وزن‌تر) برای تیمار اسپرمین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و کم‌ترین میزان آن(۰/۰۹ میلی‌گرم بر وزن‌تر) مربوط به تیمار شاهد بود(جدول ۵). این در حالی است که با افزایش میزان پوتریسین روند کاهشی در میزان کاروتنوئید مشاهده شد. با توجه به جدول ۵ میزان کاروتنوئید در تیمار پوتریسین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر(۰/۴۵ میلی‌گرم بر گرم) و در تیمار پوتریسین ۱۵۰میلی‌گرم بر لیتر(۰/۲۴ میلی‌گرم بر گرم) بود، در واقع میزان کاروتنوئید در پایین‌ترین غلظت حدود ۱/۸ برابر بیشتر از بالاترین غلظت مورد استفاده بود. گزارش شده است که پلی آمین‌ها میزان کلروفیل a ، b و کاروتنوئید

را در برنج (*Oryza Sativa*) افزایش دادند(۲۷). در پژوهش دیگری که بر روی گل محمدی انجام شد، محققان به این نتیجه رسیدند که به کار بردن اسپرمین بهترین نتایج را بر روی کاروتنوئید داشت(۱۸). علاوه بر این، در پژوهشی بر روی نهال‌های بادام پیوندی رقم GF 677- پژوهشگران به این نتیجه رسید که کاربرد اسپرمین محتوای کاروتنوئید را بهبود بخشید(۹). در پژوهشی دیگر که روی تأثیر پوترسین و یونیکونازول بر برخی ویژگی‌های مریم گلی(*Salvia officinalis L.*) انجام شد، نتایج نشان داد که پوترسین بیش‌ترین تأثیر را در غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر روی کلروفیل، کاروتنوئید، آنتوسیانین و قند محلول داشت(۳۰). علاوه بر این، تیمار پوتریسین در گیاه پریوش (*catharanthus roseus L.*)،(۳۷) و شب‌بو(۳۸)، میزان کاروتنوئید را افزایش داده است، اما در این پژوهش بیشترین مقدار کاروتنوئید در تیمار اسپرمین حاصل شد.

جدول ۴- خلاصه نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر کلروفیل و کاروتنوئید که در آن میانگین مربعات نشان داده شده است.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید
بلوک	۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۰۲
تیمار	۹	۰/۱۲۳**	۰/۳۶۸**	۰/۷۹۳**	۰/۰۴۷**
خطا	۱۸	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۷
ضریب تغییرات (٪)		۸/۶۵	۳/۹۰	۳/۰۰	۹/۴۹

ns و *،**: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار شدن در سطح آماری ۵ و ۱ درصد

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر تیمارها بر کلروفیل، کاروتنوئید

تیمار (پی‌پی‌ام)	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم)	کاروتنوئید (میلی‌گرم در گرم)
شاهد	۰/۵۵ d	۰/۴۳ f	۰/۹۸ g	۰/۰۹ g
اسپرمین ۵۰	۱/۰۰ ab	۰/۸۵ d	۱/۸۴ c	۰/۲۴ de
اسپرمین ۱۰۰	۰/۸۸ bc	۰/۳۲ g	۱/۲۰ e	۰/۵۰ a
اسپرمین ۱۵۰	۱/۱۱ a	۱/۲۱ a	۲/۳۳ a	۰/۱۸ f
اسپرمیدین ۵۰	۰/۸۶ c	۰/۹۵ c	۱/۸۱ c	۰/۲۱ ef
اسپرمیدین ۱۰۰	۰/۶۲ d	۰/۴۶ ef	۱/۰۸ f	۰/۲۱ ef
اسپرمیدین ۱۵۰	۰/۸۳ c	۱/۰۰ b	۱/۸۳ c	۰/۲۷ d
پوترسین ۵۰	۰/۹۹ ab	۰/۵۰ e	۱/۴۹ d	۰/۴۵ b
پوترسین ۱۰۰	۱/۰۰ ab	۰/۹۹ bc	۱/۹۹ b	۰/۳۵ c
پوترسین ۱۵۰	۰/۵۴ d	۰/۱۷ h	۰/۷۲ h	۰/۲۴ de

* در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، از نظر آماری بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند

ارتفاع بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر ارتفاع در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد(جدول۶). مقایسه میانگین اثر تیمارها بر ارتفاع نشـــان داد که اگرچه بیشـــترین ارتفاع(۱۰۵/۳۳ ســـانتی‌متر) مربوط به تیمار پوترســـین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود اما اختلاف معنا داری با تیمار اســـپرمیدین ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر(۹۲/۳۳ ســـانتی‌متر) و پوترســین ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر(۹۵/۳۳ سـانتی‌متر) نداشـت. همچنین اگرچه کمترین ارتفاع(۶۵/۰۰سـانتی‌متر) برای تیمار اســـپرمین ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتربود، اما تفاوت معنا داری با تیماراســـپرمیدین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر(۶۶/۰۰سانتی‌متر)، اسپرمین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر(۷۰/۰۰سانتی‌متر)، پوترسین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر(۷۳/۳۳ ســـانتی‌متر)، اســـپرمیدین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر(۷۴/۶۷ ســـانتی‌متر)، تیمار اســـپرمین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر(۷۶/۰۰سانتی‌متر) و تیمار شاهد(۷۷/۰۰سانتی‌متر) نداشت(جدول ۷). در واقع به کار بردن پلی‌آمین پوتریسین در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر، هم چنین پلی‌آمین اســـپرمیدین در تیمار ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین تأثیرات را داشتند. از طرف دیگر، ارتفاع بوته در تیمارهای اسپرمیدین ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر و اسپرمین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تفاوت معنی‌داری با تیمار شـــاهد نداشـــت. کم‌ترین مقادیر ارتفاع بوته نیز مربوط به تیمارهای ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر پلی‌آمین‌های اسپرمین، اسپرمیدین و پوتریسین بود. به‌طور کلی با توجه به داده‌ها اسـتفاده از غلظت‌های بالا و میانه باعث بهبود این صـفت شـد. هابا و همکاران(۲۹)، در تحقیق تأثیر پوترســین بر رشد رویشی و اجزاء شیمیایی صنوبر(*populus termula*) نشان دادند که بستر کشت حاوی ترکیبی از شن و رس به همراه محلول‌پاشی پوترسین در سطح ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تأثیر را در افزایش ارتفاع گیاه، تعداد برگ و ســطح برگ را داشــته اســت. در حالی که در این آزمایش تیمار پوتریســین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، بیشــترین اثربخشی را داشت. در پژوهشی دیگر بر روی گل گلایول، محلول‌پاشی با پوترسیسن، به طور معنی‌داری بیشترین ارتفاع گیاه و طول شاخه را باعث شده است(۲۶) که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد.

تعداد چتر در هر بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر تعداد چتر در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد(جدول۶). مقایسه میانگین اثر تیمارها بر تعداد چتر نشان داد که بیشترین مقدار آن(۱۲/۶۷) مربوط به تیمار اسپرمین ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود و کمترین مقدار آن(۴/۶۷) مربوط به تیمار اســـپرمیدین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود اما از لحاظ آماری اختلاف معناداری با تیمارهای پوتر سین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر(۵/۳۳) و ا سپرمین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر(۵/۶۷) و پوتر سین ۱۰۰ میلی‌گرم،(۶/۰۰) نداشت(جدول ۷). بر طبق داده‌های حاصل از این تحقیق، با افزایش میزان اسپرمین تعداد چتر در بوته نیز افزایش پیدا کرد. این روند افزایشی در مورد اسپرمیدین و پوتریسین هم صادق بود. با توجه به جدول۷ ، تعداد چتر در تیمارهای ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اســـپرمین به‌ترتیب (۵/۶۷)، (۸/۶۷) و (۱۲/۶۷) بود. در واقع تعداد چتر نیز به‌ترتیب حدود ۰/۶۵ و ۱/۴۶ برابر افزایش یافت. علاوه بر این، با افزایش غلظت از کم‌ترین به بیشترین غلظت شاهد ۲/۲۳ برابر شدن تعداد چتر بودیم، که این نشان از اثر مثبت پلی‌آمین اسـپرمین در بالاترین غلظت مورد اسـتفاده بر تعداد چتر بود. هم چنین تعداد چتردر تیمارهای ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اسپرمیدین به‌ترتیب (۴/۶۷)، (۶/۶۷)، (۸/۰۰) و در تیمارهای ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریســین بهترتیب (۵/۳۳)، (۶/۰۰)، (۸/۰۰) بود. در تیمارهای اســپرمیدین و پوتریســین نیز با افزایش غلظت از کم‌ترین تا بیشــترین غلظت مورد اســتفاده تعداد چتر به‌ترتیب،۱/۷۱ و ۱/۵۰برابر شــد. در پژوهشــی که بر روی

رازیانه(*foeniculum vulgare*) انجام شد، نتایج نشان داد که بیشترین تعداد چتر برای تیمار متانول و کم‌ترین تعداد چتر در بوته، مشابه مطالعه حاضر به تیمار محلول‌پاشی اسپرمیدین و شاهد بود(۱۴).

تعداد شاخه جانبی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر شاخه‌های جانبی در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد(جدول۶). مقایسه میانگین اثر تیمارها بر این ویژگی نشان داد که بیشترین شاخه جانبی مربوط به تیمارها اسپرمیدین ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر،(۱۲) بود اما از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با تیمارهای تیمار پوترسین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر(۱۰/۳۳) وا سپرمین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر،(۱۰/۶۷) ندا شت. کمترین مقادیر نیز مربوط به تیمار شاهد(۵/۶۷) بود(جدو ل ۷). محققین پیشین در پژوهش‌های خود دریافتند که تیمار زعفران(*crocus sativus*) با دو نوع پلی آمین اسپرمیدین و اسپرمیدین، در بنه های بزرگ زعفران، اثر اسپرمیدین بهتر از اثر پوتریسین بود(۵)، که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت داشت.

وزن صددانه

نتایج تجزیه واریاس نشان داد که محلول‌پاشی با سطوح مختلف اسپرمین، اسپرمیدین و پوتریسین تأثیر معنی‌داری($P \leq ۰/۰۱$) بر وزن صد دانه داشت(جدول ۶). بیشترین وزن صد دانه(۰/۳۰ گرم) بر روی تیمار پوتریسین ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر و کمترین وزن صد دانه(۰/۱۴ گرم) برای تیمار پوتریسین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود(جدول ۷). در مطالعه‌ای دیگر پژوهشگران اظهار داشتند که بیشترین وزن هزار دانه در شرایط تنش شدید مربوط به تیمار تلفیقی اسپرمین و سالیسیک اسید بر روی گیاه دارویی اسفرزه(*Plantago ovat forsk*) بود(۱۲)، در حالی که در این آزمایش بیشترین وزن صد دانه برای تیمار پوتریسین بوده است. در پژوهشی بر روی انگور (*vitis vinifera*)، پژوهشگران به این نتیجه رسیدند که بالاترین وزن صد دانه در تاک‌های تیمار شده با پوتریسین بود(۷). طبق تحقیقاتی که بر روی پسته رقم اوحدی انجام شد، نتایج نشان داد که اثر متقابل اوره و پوتریسین بر وزن صد دانه معنی‌دار شد، به‌طوری که با به کار بردن ۶ گرم بر لیتر اوره و ۱ میلی مول بر لیتر پوترسین ۹۶٪ باعث افزایش وزن صد دانه شد(۱۹)، که با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت داشت.

شایان به ذکر است، که نتایج حاصل از این تحقیق با یافته‌های سایر محققین، پیرامون اثر پلی آمین‌ها روی خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه دارویی نعناع فلفلی(*Menta piperita L.*)(۲۱) و تأثیر پوتریسین بر رشد رویشی و زایشی اجزا شیمیایی گیاه صنوبر(*populus termula*)(۲۹) مطابقت داشت. در پژوهشی دیگرنیز که بر روی گیاه دارویی جینسینگ(*Panax ginseng*) انجام شد، اثرات محلول‌پاشی برگی نشان داد که اسپرمیدین از طریق تجزیه کلروفیل و افزایش سطح پلی آمین‌ها، بر رشد گیاهچه مؤثر بود (۳۴). پلی آمین‌ها در تقسیم و بزرگ شدن سلول دخالت دارند و چون یک منبع نیتروژنی هستند می‌توانند رشد گیاه را تحریک کنند(۳۷).

جدول ۶- خلاصه نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر برخی از ویژگی‌های گیاه که در آن میانگین مربعات نشان داده شده است.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		ارتفاع بوته	تعداد چتر	تعداد شاخه جانبی	وزن صد دانه
بلوک	۲	۵۲/۳۰	۰/۹۰	۰/۰۳	۰/۰۰۰۰۹**
تیمار	۹	۵۴۸/۴۶**	۱۵/۷۴**	۱۰/۲۴**	۰/۰۰۴۵**
خطا	۱۸	۱۰۱/۱۵	۰/۹۴	۱/۲۹	۰/۰۰۰۰۰۰۶
ضریب تغییرات (٪)		۱۲/۶۵	۱۳/۲۶	۱۲/۸۲	۰/۳۷

ns و *،**: به ترتیب غیر معنی دار و معنی‌دار شدن در سطح آماری ۵ و ۱ درصد

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر تیمار بر برخی از ویژگی‌های گیاه

تیمار (پی‌پی‌ام)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد چتر (-)	تعداد شاخه جانبی (-)	وزن صد دانه (گرم)
شاهد	۷۷/۰۰ bc	۷/۳۳ bcd	۵/۶۷ e	۰/۲۲۸ b
اسپرمین ۵۰	۷۰/۰۰ c	۵/۶۷ ef	۱۰/۶۷ ab	۰/۲۰۸ e
اسپرمین ۱۰۰	۷۶/۰۰ bc	۸/۶۷ b	۸/۰۰ d	۰/۱۹۵ g
اسپرمین ۱۵۰	۶۵/۰۰ c	۱۲/۶۷ a	۸/۰۰ d	۰/۲۰۵ f
اسپرمیدین ۵۰	۶۶/۰۰ c	۴/۶۷ f	۸/۳۳ cd	۰/۱۹۳ h
اسپرمیدین ۱۰۰	۷۴/۶۷ c	۶/۶۷ cde	۸/۰۰ d	۰/۲۲۴ c
اسپرمیدین ۱۵۰	۹۲/۳۳ ab	۸/۰۰ bc	۱۲/۰۰ a	۰/۱۹۰ i
پوترسین ۵۰	۷۳/۳۳ c	۵/۳۳ ef	۷/۶۷ d	۰/۲۱۹ d
پوترسین ۱۰۰	۱۰۵/۳۳ a	۶/۰۰ def	۱۰/۳۳ ab	۰/۱۴۸ j
پوترسین ۱۵۰	۹۵/۳۳ a	۸/۰۰ bc	۱۰/۰۰ bc	۰/۳۰ a

* در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، از نظر آماری بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند

نتیجه‌گیری

به طور کلی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی گیاه شوید در اثر محلول‌پاشی برگی با پلی‌آمین‌ها به طور نسبی تغییر کرد. در واقع کاربرد سطوح مختلف اسپرمین، اسپرمیدین و پوتریسین سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه شوید شد. از میان سه پلی‌آمین مورد استفاده، پلی‌آمین‌های اسپرمین و اسپرمیدین، بیشترین اثرات مثبت را نشان دادند. پس از آن پلی‌آمین پوتریسین بر صفات ارتفاع بوته و وزن صد دانه بیشترین تأثیر را داشته است. هم چنین به کاربردن پلی‌آمین‌ها در مقادیر بالاتر موجب روند افزایشی و بهبود در صفات مورد مطالعه شده است. محلول پاشی اسپرمین و اسپرمیدین در مقادیر ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر باعث افزایش صفات مورفوفیزیولوژیکی همچون؛ وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، کلروفیلa ، کلروفیل b ، کلروفیل کل، کاروتنوئید، ارتفاع، تعداد چتر، تعداد شاخه جانبی و وزن صد دانه شده است. در این مطالعه، بیشترین وزن‌تر ریشه

مربوط به تیمار شـــاهد بود. این بدین معنی اســـت که کاربرد پلی‌آمین‌ها، احتمالاً به دلیل وجود برخی از مواد بازدارنده، تأثیری بر وزن‌تر ریشه گیاه شوید نداشته است. با توجه به داده‌های حاصل از این پژوهش و با در نظر گرفتن اثر مثبت تیمارهای مورد بررسی، می‌توان کاربرد پلی‌آمین‌ها را در محلول‌پاشی برگی گیاه شوید پیشنهاد کرد. در واقع بهبود کلیه این صـــفات با کاهش تخریب کلروفیل، افزایش فتوســـنتز خالص، تولید بیشـــتر کربوهیدرات‌ها و انتقال آن‌ها به سایر اندام‌های گیاه قابل توجیه است.

منابع

۱- امیدبیگی، ر. ۱۳۷۹. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی، جلد اول، دانشگاه تربیت مدرس. ص ۱۲۵- ۱۱۷.

۲- اثنی‌عشری، م.، زکائی خسروشاهی، م. ۱۳۸۷. پلی آمین‌ها و علوم باغبانی. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، ص ۱۶۳. همدان، ایران.

۳- ا سماعیل خان زندی،م.، دانایی، ا. ۱۳۹۳. تأثیر محلول‌پاشی پیش از برداشت پوتریسین، اسپرمین و ا سپرمیدین در برخی صفات آنزیمی و ماندگاری گل رز رقم *black bacara* روی بوته. ف صلنامه زی ست شنا سی سلولی و مولکولی گیاهی.(۱): ۲۱- ۱۱.

۴- ا صلانی، ل.، مبلی، م.، سلیمانی، م. ۱۳۹۴. تأثیر غلظت‌های مختلف ا سپرمیدین بر جوانه‌زنی بذر سه رقم خیار (*Cucumis sativus*) در دمای پایین. مجله پژوهش‌های بذر ایران، سال دوم، شماره اول.

۵- احسان‌فر، س.، سروش‌زاده، ع.، مدرس ثانوی، س. ع.، قربانی جاوید،م. ۱۳۹۷. برر سی اثر اندازه بنه و آغ شته سازی بنه با پلی‌آمین‌ها، بر عملکرد و صفات رویـ شی و کیفی زعفران. مجله به زراعی ک شاورزی دان شگاه تهران، ۲۰، (۲): ۴۶۷- ۴۸۵.

۶- جهان‌آرا، ف.، حائری‌زاده، م. ۱۳۸۰. اطلاعات و کاربرد داروهای گیاهی رسمی ایران. انتشارات شرکت داروگستر رازی، ص ۱۱۳- ۱۰۸.

۷- حقی، ح.، ربیعی، و.، ساری خانی، ح. ۱۳۹۴. اثر تغذیه برگی پوتریـ سین بر عملکرد و اجزای عملکرد انگور *(vitis vinifera)*. نهمین کنگره علوم باغبانی. اهواز، ایران.

۸- ح سینی فرهی م، د ستیاران م، یو سفی ف. ۱۳۹۵. اثر پلی آمینها و هیومیک اسید بر رشد، عملکرد و غلظت عنصرهای معدنی در شاخساره و ریشه توت فرنگی، مجله علوم و فنون باغبانی، ۱۸(۲): ۲۲۰-۲۰۹.

۹- خزائی سوغاتی، ح. ۱۳۹۸. برر سی اثر ا سپرمین و ا سپرمیدین بر شاخص‌های ر شد نهال‌های بادام پیوندی روی پایه GF 677- تحت شرایط کم آبیاری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهرکرد، دانشکده کشاورزی.

۱۰- دانایی، ا.، عبدوسی، و. ۱۳۹۷. پاسخ‌های فتیوشیمیایی و مورفو فیزیولوژیکی گیاه ریحان *(ocimum basiliicum L.)* به محلول‌پا شی برگی پلی آمین‌ها. ف صلنامه گیاهان دارویی، دوره اول، شماره مسلسل شصت و نهم.

۱۱- دولت کردستانی، م.، تقوایی، م.، آدمی‌پور، ن. ۱۳۹۷. بر روی اثر اسپرمیدین بر شاخص‌های مورفولوژیک نهال‌های استبرق (*calotrpis procerat*) تحت تنش شوری.نشریه مرتع، ۱۲(۴): ۴۳۷- ۴۵۱.

۱۲- رحمانی، ا.، بیابانی، ع.، راحمی کاریزکی، ع.، غلامعلی‌پور علمداری، ا.، قلی‌زاده، ع. ۱۳۹۹. پاسخ خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه *(Plantago ovata forsk)* به محلول‌پاشی برگی اسید سالیسیلیک و اسپرمین تحت تنش خشکی.فصلنامه تنش‌های محیطی در علوم زراعی.(۲): ۵۱۷- ۵۰۳.

۱۳- سلیمانی،م.، مبلی،م.، رامین، ع.، بانی نسب، ب.، ا صلانی، ل. ۱۳۹۷ .اثر ا سپرمیدین بر تحمل به سرما بوته‌های خیار (*Cucumis sativus*) در مرحله نهال بذری. نشریه علوم باغبانی. جلد ۳۲(۳): ۴۵۰-۴۳۹.

۱۴- شمس‌الدین،م.، مرادی، ر. ۱۳۹۷. تأثیر محلول‌پا شی مواد آلی بر برخی خ صو صیات کمی و کیفی رازیانه. (*foeniculum vulgare*) در سطوح مختلف آبیاری. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۸(۴).

۱۵- صداقت، س.، راحمی،م.، بانی نسب، ب. ۱۳۹۲. اثر پلی آمین‌ها بر افزایش ریشه زایی دانهال پسته رقم بادامی ریز *(Pistacia vera cv badami- e- (* .دو فصل نامه تولید و فر اوری محصولات زراعی و باغی. ۳ (۱۰).

۱۶-فراهانی، ص.، جوانمرد، ح.، اسدی قارنه، ح. ۱۴۰۱. واکنش مورفوفیزیولوژیکی گشنیز *(Coriandrum sativum L.)* به محلول پاشی نانو کلات اهن و نانو کلات روی. دو فصلنامه علوم به زراعی گیاهی.۱۲(۱).

۱۷- قا ضیان تفر شی، گ.،آرونی، ح.، ر صال، س. ۱۳۹۵. تأثیر ا سپرمیدین روی آ ستانه تحمل به سرما در گیاهچه‌های خیار رقم سوپر دامینوس. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۳۰(۳): ۵۵۴- ۵۴۷.

۱۸- میرزاابوالقاسمی، م. ۱۳۹۷. تأثیر گافیوبوتیریک اسید و اسپرمین روی صفات مورفوفیزیولوژیکی گل محمدی در شرایط اقلیمی زنجان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه زنجان.

۱۹- ملک‌زاده، ا.، فر ضی‌زاده، س. ۱۳۹۸. تأثیر محلول‌پاشی اوره و پوتریسین بر برخی خصوصیات کمی و کیفی پسته رقم اوحدی.چهارمین کنگره بین‌المللی توسعه کشاورزی. منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری. تبریز، ایران.

۲۰- نژاد علیمرادی، ح.، نصبی،م.، منوچهری کلانتری، خ.، ترکزاده ماهانی، م. ۱۳۹۵. اثر پیش تیمار ا سپرمین بر برخی پا سخ‌های فیزیولوژیکی گیاه کدو طبی *(cucurbita pepo)* به تنش شوری. نوزدهمین کنگره ملی و هفتمین کنگره بین‌المللی زیست‌شناسی ایران، تبریز.

۲۱- نجار زاده،س.، پناهنده،ج.، علیزاده سالطه،س.، زارع نهندی، ف. ۱۳۹۵. اثر سالیسیلیک اسید و پوتریسین بر برخی شاخص های فیزیولوژیکی و اسانس گیاه دارویی نعناع فلفلی(*Mentha piperit L.*). علوم باغبانی ایران.۴۷(۴) : ۶۵۵-۶۶۷.

22- Arnon, A. N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy journal, 23: 112-121.

23- Abdel-wahed, M. S.A. (2006). Exogenous and endogenous polyamines relation to growth cellulose precipitation in fibres productivity of cotton plant. World journal of agricultural science. 2(2):139-148.

24- Ayad, Hs, Redaf and Abdalla, MSA. 2010. Effect of putrescine and zinc on vegetative growth, photosynthetic pigments lipid peroxidation and essential oil content of geraminum *(pelargonium graveolens L.)* word J. Agriculture Sci. 6(5): 601-608.

25- Al Carzar, R., Altabella, T.,Bortolotic,C. Carrsasco, P. Koncz, C., Marco, f.,Reymond, M. and TiburCio, Af. 2010. Polyamines: molecules with regulatory functions in plant abiotic stress tolerance. Planta. 231: 1237-1429.

26- Abdel Aziz Nehad, G.2009. studies on the effect of putresine, Ascorbic Acid and thiamine on Growth, flowering and some chemical constituents of gladiolus plants at Naubria. Ozeanj. Appl. Sci, 2(2): 169-179.

27- Chattopadyay, M. K., B.S. Tiwari, G. Cattapadayay, A.Bose,D.N. Sengupa and B. Ghosh. 2002. Protective role of exogenous polyamines on saltinity–streesd rice *(oryza Sativa)* plants. physio. Plants 116: 192-199.

28-Celicel, FG. 2002. Postharvest handling of stock *(Matthiola incana).* Hort. Sci. 37:144-147.

29- Habba, E. E., Abdel Aziz, N.G., Sarhan, A.M.Z., Arfa, A.M.s. and Yussefi, N.M.2016. Effect of putrescine and growing media on vegetative growth and

chemical constituents of populous euramericana plants. Journal of inovatians in pharmaceuticals and biological Sciences, 3(1): 61-73.

30- Kennedy, D.O. Pace, S., Haskell, C.,Okello,E.J., A. and Scholey, C.,2006. Effect of cholinesterase inhibiting sage (*Salvia officinalis L.)* on mood, anxiety and performance on a psychological stressor battery. Neuropsychopharmacology, 31 (4):845-852.

31- Movahed, N., Eshgi, S., Tafazoli, E. Jamali, B. 2010. Effects of Polyamins on vegetative characteristics, growth, flowering and yield of strawberry *('Paros' and 'selva')*. Acta Horticulturae. 926. Libson, Portugal.

32- Paschalidis, k. A. and Roubelakis-Anelokis K.A., 2005. Spatial distribution of polyamines levels and polyamines anabolism in different organs /tissues of the Tabaco plants. Plant Physiology, 138(1):142-152.

33- Peg g. A.E. and MicheL.j.2010. Spermine synthase. cell moll ife Science, 67: 113-121.

34- Parvin, S., Okran, L. Sathiyara j. G., Khorolagchaa, A., Kim. Y, Yang, D. 2014. Spermidine alleviates the growth of saline- stressed ginseng seedlings through anti oxidative defense system. Gene. 537: 70-78.

35- Su, G. X., Zhang, W. H. and Liu, Y. L. (2006) . Involvement of hydrogen peroxide generated by polyamine oxidative . degradation in the development of lateral roots in soybean. Journal of Integrative Plant Biology 48: 426-432.

36- Sood, sh and Negar, PK. 2008. Post- harvest alterations in polyamines and ethylene in two diverse rose speaes. Acta physiol. Plant.30:243-248.

37- Talaat, L.M., M.A. Bekheta and M.H. Mahgoab. 2005. Physiological respon se of periwinkle plants *(catharanthus roseus L.)* to tryptophan and putreseine.Int.j. Agric. Biol. 7: 210-213.

38-Youssef, A.A., M.H. Mahyoub and J.M. Talaat. 2004. Physiological and biochemical aspects of Matthiola incana plants under the effect of putrescine and kinetin treatments. Egypt. J. Appl. Sci. 19: 422-510.

Bi-Quarterly Journal of Plant Production
Vol. 12, Issue 2, autumn and winter 2022

Morpho-physiological Responses of Dill plant *(Anethum Graveolens)* to Foliar Application of Polyamines in Different Growth Stages

Mahtab Zahedi[1], Hossienali Asadi Gharene[2*]

1- Master's student, Department of Horticultural Sciences, Islamic Azad University, Isfahan Branch (Khorasgan)

2- Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Islamic Azad University, Isfahan Branch (Khorasgan)

*** Corresponding Author, Email:** h.asadi@khuisf.ac.ir

(Received: 14 December 2022; Accepted: 13 January 2023)

Abstract

The use of polyamines with an impact on a wide range of plant growth and developmental processes can in/directly influence the growth indices and metabolic performance of the plant. This research was carreid out with the aim of invedstigation the foliar application of polyamines on the morphophysiological characteristics of the dill, in the research farm of Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch.This experiment was performed in a randomized whole block design with 10 treatments including spermine, spermidine and putricin each at three levels of 50, 100 and 150 mg/l with 3 replications. Also, Non-foliar treatment was utilized as a control treatment. The results of this study demonstrated that foliar application with different levels of spermine, spermidine and putricin had a significant impact ($P\leq0.01$) on traits such as root dry weight, wet and dry weight of shoots and also a significant effect ($P\leq0.01$) on traits such as chlorophyll, a, b and total chlorophyll, height, side branch, the number of umbela and weight of 100-seeds. The highest dry weight of roots, wet and dry weight of shoots and the numbers of side branch were related to spermidine treatment 150 mg/ l, the highest chlorophyll a and b and total chlorophyll (2/33 mg/g) and the number of umbels (12/67) related to spermine treatment 150 mg/l, the highest carotenoids(0/50 mg/g) related to spermine treatment 100 mg/l and The maximum weight of 100 seeds(0/30 g) and height(10/33 cm) for putrescine treatment was 150 and 100 mg/l respectively.Among the investigated concentrations, application of 150 mg/l of spermin and spermidine had the most effect. Also, putrescine had the most effect at the concentration of 100 and 150 mg/l. Based on the results of this study, spermine and spermidine have been effective on more traits. Foliar application of polyamines can also increase the quantitative and qualitative yield of the plant and change the majority of traits.

Keywords: Polyamines, Total chlorophyll, Wet and dry weight, Carotenoeid**.**