مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۱۸ شماره ۲ صفحه‌های ۲۰۹ تا ۲۲۰ (۱۳۹۶)

اثر پلی‌آمین‌ها و هیومیک‌اسید بر رشد، عملکرد و غلظت عنصرهای معدنی در شاخساره و ریشه توت‌فرنگی[۱]

Effect of Polyameins and Humic Acid on Growth, Yield and Concentration of Mineral Elements in Shoot and Root of Strawberry

مهدی حسینی فرهی*، مهدی دستیاران و فریما یوسفی[۲]

چکیده

تنش شوری یکی از مهم‌ترین عامل‌های تهدید کننده و کاهنده رشد و بهره‌وری گیاهان است، که اثرهای بسیار نامطلوبی بر تولید و رشد گیاهان در کشاورزی می‌گذارد. توت‌فرنگی یک گونه حساس به شوری می‌باشد و هدف از انجام این پژوهش استفاده از ترکیب‌های پلی‌آمین و هیومیک‌اسید در کاهش اثرهای منفی تنش شوری بر رشد و عملکرد گیاه توت‌فرنگی رقم آروماس بود. بدین‌منظور آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در یک گلخانه تجاری مجهز به سیستم هیدروپونیک (آب‌کشت) با محیط کشت کوکوپیت و پرلایت (به نسبت مساوی) در شهر یاسوج انجام شد. فاکتور اول پلی‌آمین‌ها در پنج سطح پوتریسین صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و اسپرمیدین ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و فاکتور دوم هیومیک‌اسید در دو سطح صفر و ۵ در هزار بود. در مدت آزمایش، کلیه بوته‌ها با محلول ۴۰ میلی‌مولار کلریدسدیم آبیاری شدند. نتیجه‌ها نشان داد که شوری اثر معنی‌داری بر کاهش ویژگی‌های رشدی گیاه توت‌فرنگی داشت. کاربرد هیومیک‌اسید و پلی‌آمین‌ها باعث کاهش اثرهای منفی تنش شوری و بهبود ویژگی‌های کمی توت‌فرنگی شد. کاربرد پلی‌آمین‌ها و هیومیک‌اسید باعث افزایش غلظت عنصرهای آهن، کلسیم و پتاسیم در برگ توت‌فرنگی در شرایط تنش شوری شد. هم‌چنین کاربرد هیومیک‌اسید و پلی‌آمین‌ها باعث کاهش جذب سدیم در برگ و ریشه توت‌فرنگی شد. نتیجه این آزمایش نشان داد که شوری باعث کاهش ویژگی‌های رشدی گیاه توت‌فرنگی می‌شود، ولی کاربرد پوتریسین و اسپرمیدین ۵۰۰ میلی گرم در لیتر و هیومیک‌اسید ۵ در هزار می‌تواند اثرهای نامطلوب شوری را کاهش دهد و باعث افزایش ویژگی‌های رویشی و زایشی و مقدار جذب عنصرهای معدنی در گیاه توت‌فرنگی زیر تنش شوری شود.

واژه‌های کلیدی: اسپرمیدین، پتاسیم، پوتریسین، تنش شوری، سدیم.

مقدمه

توت‌فرنگی (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) یکی از مهم‌ترین میوه‌های ریز، به‌دلیل طعم لذیذ، بخشی از رژیم غذایی میلیون‌ها نفر از مردم دنیا را تشکیل می‌دهد (۲). با توجه به افزایش کشت و تولید توت‌فرنگی در سیستم‌های کشت بدون خاک در ایران، دشواری‌هایی مانند کاهش منابع آب مناسب و با کیفیت، باعث کاهش عملکرد کمی و کیفی این محصول مهم شده است. به‌همین دلیل انجام پژوهش‌هایی برای بهبود کمیت و کیفیت این میوه ارزشمند در شرایط آبیاری با آب‌های با کیفیت پایین ضروری به نظر می‌رسد.

۱- تاریخ دریافت: ۹۶/۶/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۹/۲۲

۲- به‌ترتیب استادیار گروه علوم باغبانی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی و دانش‌آموخته گروه زراعت، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک (m.h.farahi@iauyasooj.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.8.3]

تنش‌های غیرزیوا مثل شوری، خشکی و کمبود ماده‌های غذایی موجب کاهش عملکرد محصول‌های کشاورزی در سراسر جهان می‌شود. تنش شوری جزو تنش‌های عمومی و یکی از مهم‌ترین عامل‌های تهدید کننده و کاهنده رشد و بهره‌وری گیاهان است، که اثرهای بسیار نامطلوبی بر رشد گیاه و تولید گیاهان در کشاورزی می‌گذارد، به‌طوری‌که یک سوم زمین‌های زیر کشت دنیا را زیر تأثیر خود قرار داده است (۲۰). تنش شوری موجب اثرهای سمی بر روی گیاهان می‌شود که منجر به تغییرهای سوخت‌وسازی، کاهش فعالیت کلروپلاستی، کاهش سرعت فتوسنتز و افزایش سرعت تنفس نوری می‌شود (۲۸).

بهبود ویژگی‌های خاک شامل تخلخل، نفوذپذیری و نگهداشتن ظرفیت آب، تبادل کاتیونی و آنیونی و تعادل عنصرهای غذایی، برخی از ویژگی‌های مفید هیومیک‌اسید می‌باشد (۱۶). یکی از اثرهای مثبت هیومیک‌اسید تحریک و تشویق گسترش ریشه می‌باشد. ماده‌های هیومیکی یک جزء کلیدی ویژگی‌های باروری خاک و کنترل‌کننده ویژگی‌های زیست‌شناسی و شیمیایی محیط فراریشه (ریزوسفر) می‌باشند (۲، ۳۳). سازوکار فعالیت هیومیک‌اسید در بالا بردن رشد گیاه به‌طور کامل شناخته نشده است، اما سازوکارهایی مانند افزایش نفوذپذیری غشای یاخته، جذب اکسیژن، تنفس و فتوسنتز، جذب فسفات و طویل شدن یاخته ریشه توسط برخی پژوهشگران پیشنهاد شده است (۳۴). افزایش جذب عنصرهای معدنی با کاربرد هیومیک‌اسید توسط برخی پژوهشگران (۸، ۱۷) گزارش شده است. هیومیک‌اسید هم‌چنین اثرهای سمیت نمک‌ها بر برخی گیاهان (۲۳، ۲۷) را کاهش داده است.

پلی‌آمین‌ها از مهم‌ترین ماده‌های تنظیم کننده رشد گیاهی هستند که در طیف وسیعی از فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه مانند تقسیم یاخته‌ای، تمایز آوندی، آغازش ریشه، تشکیل شاخه، انگیزش و تکامل گل، رسیدن میوه، پیری و تشکیل رویان در کشت بافت، نقش دارند (۲۲). در پژوهشی، کاربرد اسپرمیدین اثرهای ناشی از تنش شوری را در گیاه فلفل بهبود بخشید و نشانه‌های ناشی از تنش در گیاهان تیمار شده توسط اسپرمیدین کمتر مشاهده شد (۵). گزارش شده است که کاربرد پلی‌آمین‌های برون‌زا از راه جلوگیری از تخریب مولکول DNA در اثر رادیکال‌های آزاد اکسیژن تولید شده در شرایط تنش شوری، منجر به کاهش اثر شوری در بازدهی فتوسنتز شد، اما این اثر به‌شدت به غلظت پلی‌آمین‌ها یا نوع و سطح تنش، بستگی دارد (۱۵). در پژوهش دیگری، کاربرد ۱۰ میلی‌مولار پوترسین، اثرهای تنش شوری را بر فتوسنتز خالص کاهش داد (۳۵). کاربرد پوترسین برون‌زا، تجمع سدیم در شاخه و ریشه گیاهان تیمار شده حساس به شوری را کاهش داد (۲۹). امیر و همکاران (۹) گزارش کردند که کاربرد غلظت‌های مختلف پلی‌آمین‌های برون‌زا می‌تواند اثرهای تنش شوری را بر رشد انار کاهش دهد.

با توجه به کمبود و کاهش منابع آب شیرین و با کیفیت، و افزایش گسترش کشت گلخانه‌ای توت‌فرنگی، استفاده از آب و خاک شور در تولید محصول‌های کشاورزی مانند توت‌فرنگی غیر قابل اجتناب است (۳). بنابراین، انجام پژوهش‌هایی در زمینه افزایش تحمل این گیاه در شرایط شوری می‌تواند راهگشایی برای افزایش سطح زیر کشت این محصول و افزایش تولید آن در کشور باشد. از سوی دیگر، پلی‌آمین‌ها و هیومیک‌اسید در افزایش تحمل گیاه نسبت به تنش شوری نقش دارند. بنابراین، هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر محلول‌پاشی پلی‌آمین‌ها و کاربرد ریشه‌ای هیومیک‌اسید بر ویژگی‌های رویشی، زایشی و مقدار جذب عنصرهای معدنی در برگ و ریشه گیاه توت‌فرنگی رقم آروماس زیر تنش شوری کلرید سدیم بود.

مواد و روش‌ها

مکان انجام آزمایش

این آزمایش در یک گلخانه تجاری پرورش توت‌فرنگی واقع در شهر یاسوج روستای نره‌گاه در سال ۱۳۹۴ انجام شد. بوته‌های دختری ریشه‌دار شده توت‌فرنگی رقم آروماس، از یک تولید کننده در کردستان تهیه و در

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.8.3]

گلدان‌های پلاستیکی ۵ کیلویی که به نسبت مساوی از پرلایت و کوکوپیت پر شده بودند، کشت شدند. هنگامی که گیاهان به‌طور کامل مستقر شدند، پلی‌آمین‌ها به‌صورت محلول‌پاشی و هیومیک‌اسید به‌صورت ریشه‌ای مصرف شد. در دوره کشت، دمای روزانه گلخانه بیشینه ۲۵ و کمینه ۱۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی گلخانه به‌طور میانگین ۵۵٪ بود. برنامه تغذیه بوته‌ها به‌صورت برنامه غذایی جدا در مرحله‌های رویشی و زایشی انجام گرفت. عنصرهای مورد استفاده در تغذیه بوته‌ها در جدول ۱ آورده شده‌اند. آبیاری و تغذیه بوته‌ها به‌صورت روزانه و روزی یک مرتبه انجام گرفت. در این آزمایش، آب آبیاری ۴۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم (غلظت‌های شوری بر اساس جرم مولی نمک محاسبه شد) داشت و بوته‌ها در کل دوره آزمایش با محلول غذایی دارای ۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم آبیاری شدند (۳).

جدول ۱- ترکیب‌های کودی مورد استفاده در تغذیه بوته‌های توت‌فرنگی در مرحله رویشی و زایشی.

Table 1. Fertilizer compounds used for preparing of nutrient solution in vegetative and reproductive stages of strawberry.

مقدار (گرم) جهت تهیه ۲۵۰۰ لیتر محلول غذایی Content (g) for preparing of 2500 l nutrient	ترکیب‌های کودی Fertilizer compounds	مقدار (گرم) جهت تهیه ۲۵۰۰ لیتر محلول غذایی Content (g) for preparing of 2500 l nutrient	ترکیب‌های کودی Fertilizer compounds
مرحله رویشی Vegetative phase	مرحله زایشی Reproductive phase	فاز رویشی Vegetative phase	فاز زایشی Reproductive phase
25	نیترات آمونیوم Ammonium nitrate $(NH4)(NO3)$	750	منوپتاسیم فسفات Monopotassium phosphate (KH_2PO_4)
900	نیترات پتاسیم Potassium nitrate(KNO_3)	250	سولفات پتاسیم Potassium sulfate(K_2SO_4)
1500	نیترات کلسیم Calcium nitrate($Ca(NO_3)_2$)	650	سولفات منیزیم Magnesium sulfate ($MgSO_4$)
125	کلات آهن FeEDTA	15	کلات منگنز Manganese EDTA
20	کلات روی Zn EDTA	10	بور Boron
2	کلات مس Cu ETDA	0.5	مولیبدات سدیم Sodium molybdate(Na_2MoO_4)

طرح آزمایشی و تیمارها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و چهار تکرار انجام شد. فاکتور اول، هیومیک‌اسید در دو سطح صفر و ۵ در هزار و فاکتور دوم پلی‌آمین‌ها در ۵ سطح پوترسین صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و اسپرمیدین ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. بوته‌ها پس از کاشت و استقرار مناسب با محلول غذایی دارای ۴۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم تغذیه شدند. برای جلوگیری از شوک ناگهانی، در دو هفته اول، بوته‌ها با محلول غذایی دارای ۲۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم تغذیه شدند و سپس تا پایان آزمایش با محلول ۴۰ میلی‌مولار تغذیه شدند. آبشویی هر هفته یک‌بار در روز جمعه انجام می‌شد و بوته‌ها برای جلوگیری از تجمع نمک‌ها در محیط کشت، با آب معمولی شستشومی‌شدند.

ویژگی های مورد اندازه گیری

ویژگی‌های کمی مانند تعداد گل در بوته، تعداد میوه در بوته، تعداد برگ، میانگین وزن تک میوه و عملکرد تک بوته (به مدت ۲ ماه) اندازه‌گیری شد. شاخص سبزینگی برگ با دستگاه کلروفیل متر دستی (مدل SPAD 520- Minolta, Japan) اندازه‌گیری شد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.8.3]

وزن تر و خشک ریشه و شاخساره

به کمک تکان دادن بوته‌ها و به گونه‌ای که آسیب نبینند، کل بوته‌ها از گلدان‌ها خارج شدند. سپس با استفاده از آب باقی‌مانده محیط کشت، ریشه‌ها شسته و وزن ریشه‌ها و شاخساره‌ها با کمک ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. پس از آن باقی‌مانده ریشه و شاخساره به آزمایشگاه منتقل، در دمای ۷۲ درجه سلسیوس به مدت دو روز به‌صورت کامل خشک و سپس وزن خشک ریشه‌ها و شاخساره‌ها یادداشت شد.

ماده‌های معدنی برگ و ریشه

برای اندازه‌گیری عنصرهای آهن، سدیم، کلسیم و پتاسیم شاخساره (شاخه و برگ) و ریشه، نمونه‌هایی از شاخساره و ریشه گیاهان تیمار شده در پایان آزمایش جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌ها با دستگاه ماکروویو (مدل Mileston Micro synch) آماده شدند و سپس غلظت عنصرها توسط دستگاه جذب اتمی (مدل Perkin Elmer 900T) مجهز به سیستم کوره گرافیتی اندازه گیری شد (۱).

واکاوی آماری

واکاوی داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C، مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD و رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد میوه، وزن تک میوه و عملکرد کل بوته

بر اساس نتیجه‌های به‌دست آمده از این آزمایش، کاربرد پلی‌آمین‌ها و هیومیک‌اسید باعث افزایش تعداد میوه در بوته توت‌فرنگی شد، ولی این افزایش معنی‌دار نبود. شکل‌های ۱ و ۲ نشان می‌دهد که کاربرد هیومیک‌اسید ۵ در هزار و اسپرمیدین ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، باعث افزایش تعداد میوه و عملکرد کل بوته توت‌فرنگی شد. همچنین کمترین تعداد میوه بدشکل و بیشترین وزن تک میوه در بوته های تیمار شده با اسپرمیدین ۵۰۰ میلی گرم در لیتر و هیومیک‌اسید ۵ در هزار مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۲- تأثیر پلی‌آمین‌ها (پوتریسین و اسپرمیدین) و هیومیک‌اسید بر وزن میوه و تعداد میوه بدشکل توت‌فرنگی زیر تنش شوری ۴۰ میلی مولار.

Table 2. Effect of polyamines (Putrescine and Spermidine) and humic acid on fruit weight and number of malformed fruit under 40 mM salinity stress.

تیمارها Treatments		تعداد میوه بد شکل	وزن تک میوه
پلی‌آمین Polyamines (mg l^{-1})	هیومیک‌اسید Humic acid (g l^{-1})	No. of malformed fruit	Fruit weight (g)
0	0	2 a†	5.8 a
0	5	2.5 a	5.22 ab
Putrescine 500	0	1.05 a	4.17 b
Putrescine 500	5	1.77 a	6.4 ab
Putrescine 1000	0	2.50 a	5.65 ab
Putrescine 1000	5	3.27 a	5.70 ab
Spermidine 500	0	10.55 a	7.65 a
Spermidine 500	5	1.05 a	7.23 ab
Spermidine 1000	0	2.77 a	6.42 ab
Spermidine 1000	5	0.55 a	7.17 ab

†In each column means with the same letters are not significantly different at 5% level of probality using LSD test.

†در هر ستون میانگین های که حرف‌های مشترک دارند اختلاف معنی داری در سطح آماری ۵٪ آزمون کمترین اختلاف معنی دارندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.8.3]

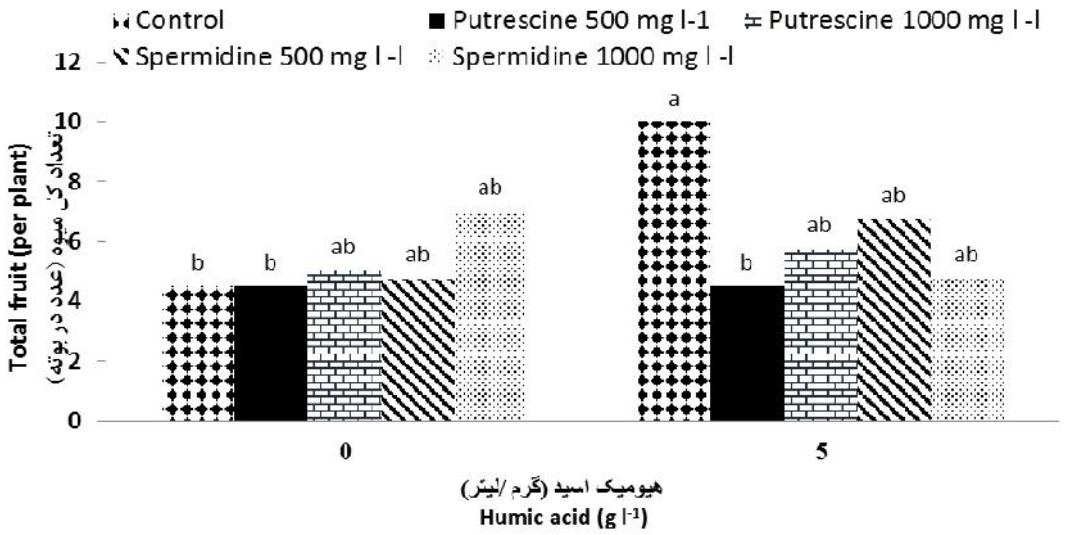

Fig 1. Interaction of polyamine and humic acid effects on total fruit of strawberry under 40 mM salinity. Means with the same letters are not significantly different at 5% level of probality using LSD test.

شکل ۱- برهم‌کنش پلی‌آمین‌ها و هیومیک‌اسید بر تعداد کل میوه کل بوته توت‌فرنگی زیر تنش شوری ۴۰ میلی مولار. در هر ستون میانگین‌های که حرف‌های مشترک دارند اختلاف معنی‌داری در سطح آماری ۵٪ آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار ندارند.

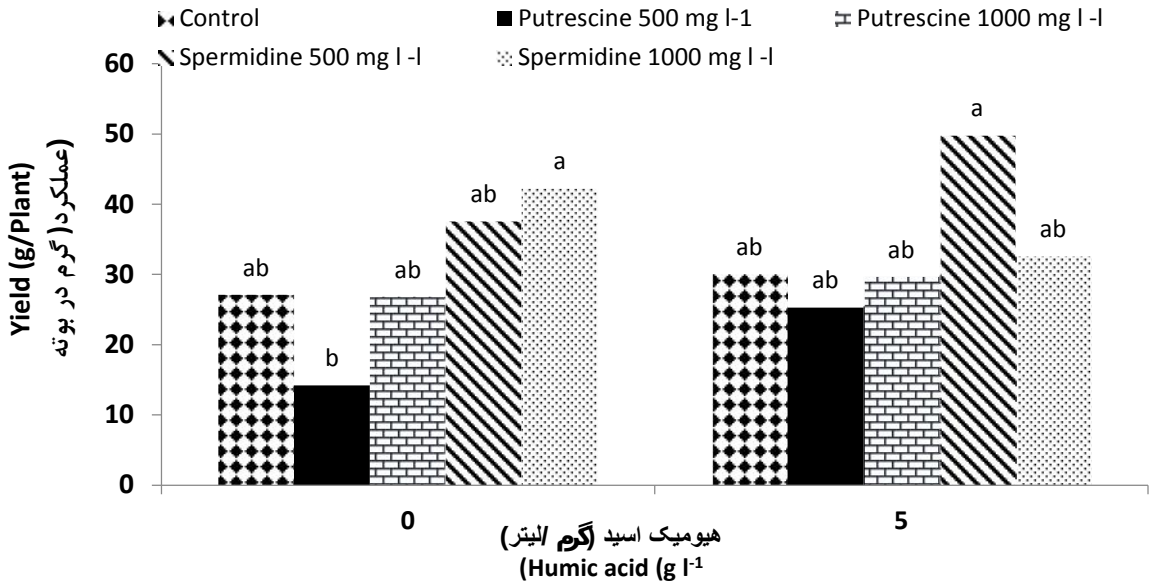

Fig 2. Interaction the effect of polyamines and humic acid on yield of strawberry under 40 mM salinity. Means with the same letters are not significantly different at 5% level of probality using LSD test.

شکل ۲- برهم‌کنش تاثیر پلی‌آمین‌ها و هیومیک‌اسید بر عملکرد بوته توت‌فرنگی زیر تنش شوری ۴۰ میلی مولار. در هر ستون میانگین های که حرف‌های مشترک دارند اختلاف معنی داری در سطح آماری ۵٪ آزمون کمترین اختلاف معنی دارندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.8.3]

وزن تر و خشک شاخساره و ریشه

بر اساس نتیجه‌های به‌دست آمده از این آزمایش، کاربرد پلی‌آمین‌ها و هیومیک‌اسید نتوانست باعث افزایش وزن تر و خشک شاخساره در شرایط تنش شوری شود و بوته‌های تیمار نشده بیشترین مقدار وزن تر و خشک را نشان دادند. هم‌چنین بیشترین وزن تر و خشک ریشه در گیاهان تیمار نشده به‌دست آمد (جدول ۳).

جدول ۳- تأثیر پلی‌آمین‌ها (پوتریسین و اسپرمیدین) و هیومیک‌اسید بر وزن تر و خشک شاخساره و ریشه توت‌فرنگی زیر تنش شوری ۴۰ میلی مولار.

Table 3. Effect of polyamines (Putrescine and Spermidine) and humic acid on fresh and dry weights of shoot and root of strawberry under 40 mM salinity stress.

تیمارها Treatments		وزن تر شاخساره Shoot fresh weight (g)	وزن خشک شاخساره Shoot dry weight (g)	وزن تر ریشه Root fresh weight (g)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g)
پلی‌آمین Polyamines (mg l^{-1})	هیومیک‌اسید Humic acid (g l^{-1})				
0	0	42.6 a†	4 a	24 a	5.2 a
0	5	26.67 bc	3.4 a	15bc	4.4 ab
Putrescine 500	0	17.75 cd	1.7 c	11 bc	3.2 bc
Putrescine 500	5	17.87 cd	2.87 ac	8.7 c	3.2 bc
Putrescine 1000	0	20.1 bd	1.9 bc	13 bc	4.4 ab
Putrescine 1000	5	15.37 d	2.56 ac	8.4 c	2.5 c
Spermidine 500	0	21.32 bd	3.23 ab	11.33 bc	3.8 ac
Spermidine 500	5	16.37 bd	1.8 bc	10.7 bc	2.6 c
Spermidine 1000	0	31.3 ab	2.63 ac	19 ab	3.3 bc
Spermidine 1000	5	18.75 cd	1.7 c	11.8 bc	4.5 ab

† In each column means with the same letters are not significantly different at 5% level of probality using LSD test.

†در هر ستون میانگین های که حرف‌های مشترک دارند اختلاف معنی داری در سطح آماری ۵٪ آزمون کمترین اختلاف معنی دارندارند.

جدول ۴- تأثیر پلی‌آمین‌ها (پوتریسین و اسپرمیدین) و هیومیک‌اسید بر مقدار کلسیم و پتاسیم (درصد ماده خشک) شاخساره و ریشه توت‌فرنگی زیر تنش شوری ۴۰ میلی‌مولار.

Table 4. Effect of polyamines (Putrescine and Spermidine) and humic acid on content of Ca and K (% dry matter) in shoot and root of strawberry under 40 mM salinity stress.

Treatments تیمارها		کلسیم شاخساره Ca in shoot	کلسیم ریشه Ca in root	پتاسیم شاخساره K in shoot	پتاسیم ریشه Ca in root
پلی آمین Polyamines (mg l^{-1})	هیومیک‌اسید Humic acid (g l^{-1})				
0	0	4.79 c†	3.15h	4.73 d	5.75 i
0	5	3.83 f	3.94 g	3.95 g	2.94 h
Putrescine 500	0	4.04 f	5.93e	3.70 g	5.99 fa
Putrescine 500	5	4.41 d	5.10 f	3.96 f	6.08 f
Putrescine 1000	0	5.95 a	7.53 c	5.83 b	7.41 c
Putrescine 1000	5	4.14 e	8.12 b	2.40 h	7.87 b
Spermidine 500	0	6.0 a	6.80 d	6.18 a	6.84 d
Spermidine 500	5	4.95 c	9.7 a	4.09 f	8.77 a
Spermidine 1000	0	5.70 a	6.9 d	4.55 e	6.30 e
Spermidine 1000	5	5.9 a	5.7 e	5.01 c	5.61 g

† In each column means with the same letters are not significantly different at 5% level of probality using LSD test.

†در هر ستون میانگین های که حرف‌های مشترک دارند اختلاف معنی داری در سطح آماری ۵٪ آزمون کمترین اختلاف معنی دارندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.8.3]

غلظت عنصرهای معدنی

در این پژوهش، کاربرد پلی‌آمین‌ها و هیومیک‌اسید باعث افزایش غلظت کلسیم در شاخساره و ریشه توت‌فرنگی شد، به‌طوری‌که بیشترین مقدار کلسیم در شاخساره و ریشه توت‌فرنگی، در بوته‌های تیمار شده با اسپرمیدین ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و هیومیک‌اسید ۵ در هزار در مقایسه با دیگر تیمارها مشاهده شد (جدول ۴). نتیجه‌های ارائه شده در جدول ۴ نشان داد که جذب پتاسیم با کاربرد هیومیک‌اسید و پلی‌آمین‌ها در شاخساره و ریشه توت‌فرنگی زیر تنش شوری افزایش پیدا کرد، به‌طوری‌که کاربرد ۵ درهزار هیومیک اسید و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسپرمیدین باعث افزایش غلظت پتاسیم در شاخساره و ریشه توت‌فرنگی زیر تنش شوری در مقایسه با دیگر تیمارها شد. نتیجه‌های مشاهده شده در این آزمایش نشان داد که کاربرد اسپرمیدین ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و کاربرد ۵ در هزار هیومیک‌اسید باعث افزایش غلظت آهن در شاخساره توت‌فرنگی در شرایط تنش شوری شد. هم‌چنین بیشترین مقدار غلظت آهن در ریشه توت‌فرنگی در گیاهان تیمار شده با اسپرمیدن ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و ۵ در هزار هیومیک‌اسید در مقایسه با دیگر تیمارها مشاهده شد (جدول ۵). کاربرد هیومیک‌اسید و پلی‌آمین‌ها در این آزمایش باعث کاهش جذب سدیم در شاخساره و ریشه توت‌فرنگی شد، به طوری‌که با کاربرد ۵ در هزار هیومیک‌اسید و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر پوترسین، کم‌ترین مقدار جذب سدیم در برگ توت‌فرنگی زیر تنش شوری مشاهده شد (جدول ۵).

جدول ۵- تأثیر پلی‌آمین‌ها (پوتریسین و اسپرمیدین) و هیومیک‌اسید بر غلظت سدیم و آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک) شاخساره و ریشه توت‌فرنگی زیر تنش شوری ۴۰ میلی‌مولار.

Table 5. Effect of polyamines (Putrescine and Spermidine) and humic acid on content of Na and Fe (mg kg^{-1} DW) in shoot and root of strawberry under 40 mM salinity stress.

تیمارها Treatments پلی‌آمین Polyamines (mg l^{-1})	هیومیک‌اسید Humic acid (g l^{-1})	سدیم شاخساره Na in shoot	سدیم ریشه Na in Root	آهن شاخساره Fe in shoot	آهن ریشه Fe in Root
0	0	430.2 f†	373.7 g	411.1 e	240 i
0	5	340.3 g	340.3 h	343.9 g	381 h
0	0	413.4 f	618.6 f	383.2 f	554.1 g
0	5	452.2 e	609.8 f	437.3 d	596.7 e
Putrescine 500	0	691 b	728.8 e	588.7 b	805.5 b
Putrescine 500	5	239.7 h	934.2 b	390.1 f	786.3 c
Putrescine 1000	0	757.3 a	917.1 c	593.4 b	615.2 d
Putrescine 1000	5	579 c	985 a	441 d	861 a
Spermidine 500	0	551.6 d	795.2 d	524.5 c	798.4 b
Spermidine 500	5	559.6 d	612.8 f	629.2 a	579.7 f

† In each column means with the same letters are not significantly different at 5% level of probality using LSD test.

†در هر ستون میانگین های که حرف‌های مشترک دارند اختلاف معنی داری در سطح آماری ۵٪ آزمون کمترین اختلاف معنی دارندارند.

بحث

نتیجه‌های به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد که تنش شوری باعث کاهش ویژگی‌های رویشی و مقدار عملکرد گیاه توت‌فرنگی شد. در مطالعه‌ای که به‌منظور بررسی شوری آب بر رشد توت‌فرنگی انجام شد، شوری باعث کاهش عملکرد میوه، تعداد کل میوه و اندازه میوه شد (۲۵). کاهش تولید ماده خشک در شرایط شور را

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.8.3]

می‌توان به‌دلیل هزینه انرژی سوخت‌وسازی مربوط به سازگاری به شرایط تنش، کاهش نرخ فتوسنتز در واحد سطح برگ، کاهش جذب کربن و آسیب به بافت‌ها دانست (۴). کاهش رشد ریشه و شاخساره در شرایط شوری ممکن است به علت تجمع زیاد یون سدیم در گیاه و در نتیجه کاهش فرایندهای آنزیمی و ساخت پروتئین باشد (۳۲). نتیجه‌های پژوهش‌ها نشان داد که ترکیب‌های پلی‌آمینی نقش مهمی در پاسخ به تنش در گیاهان بازی می‌کنند که به گونه گیاهی و نوع تنش بستگی دارد (۷، ۱۱). افزایش زیست‌ساخت پلی‌آمین‌ها می‌تواند با حذف رادیکال‌های آزاد، تثبیت غشا و ساختارهای یاخته‌ای، ایجاد تعادل کاتیون وآنیون، تنظیم کانال‌های یونی وافزایش مقدار انرژی یاخته به‌وسیله تحریک ساخت ATP، از گیاهان در برابر تنش شوری محافظت کند (۳۰). گزارش شده است که کاربرد برون‌زای پلی‌آمین‌ها سبب کم‌تر شدن اثر تنش بر کاهش رشد گیاهان می‌شود (۱۴). تأثیر منفی شوری در کاهش وزن تر و خشک شاخساره در توت‌فرنگی توسط برخی پژوهشگران گزارش شده است (۳). در پژوهشی، نقش مثبت کاربرد پوترسین برون‌زا در بهبود شاخص‌های رشد و افزایش رنگدانه‌های کلروفیلی گیاه تاتوره درشرایط تنش شوری گزارش شد (۶). در این پژوهش، کاربرد پلی‌آمین‌ها باعث افزایش جذب عنصرهای معدنی در برگ و ریشه گیاهان زیر تنش شوری شد. پلی‌آمین‌ها، باعث افزایش شدت فتوسنتز گیاهان و در نتیجه باعث افزایش ترشحات ریشه می‌شوند و این افزایش ترشحات ریشه، به جذب بهتر عنصرها توسط ریشه گیاهان کمک می‌نماید. این افزایش جذب عنصرها بر اثر پلی‌آمین‌ها، به احتمال زیاد به‌دلیل نقش پلی‌آمین‌ها در افزایش مقدار فتوسنتز برگ می‌باشد. نتیجه‌های پژوهشی نشان داد که افزودن اسپرمیدین با غلظت ۰/۱ و ۰/۵میلی مولار به محلول غذایی دارای نمک، در گیاهان ترویر سیترنج[۳] زیر تنش شوری، مقدار نیتروژن برگ را بهبود بخشید. نسبت کلسیم/منیزیم به‌طور شدیدی فقط هنگامی که اسپرمیدین در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار به محلول غذایی دارای نمک افزوده شده، بهبود یافت. کاربرد اسپرمیدین با غلظت ۰/۱ و ۰/۵میلی‌مولار تجمع عنصرهای کلر و مس در برگ را کاهش داد (۱۰). افزایش جذب عنصرهای معدنی نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌وسیله تیمار پلی‌آمین‌ها و بالا بردن رشد و بهره وری ممکن است به‌دلیل اثرهای پلی‌آمین‌ها بر بسیاری از فرایندهای زیست‌شیمیایی و فیزیولوژیکی باشد (۱۹).

در این پژوهش، کاربرد هیومیک‌اسید ۵ در هزار باعث افزایش جذب عنصرهای معدنی در شاخساره و ریشه گیاه توت‌فرنگی شد. به‌خوبی شناخته شده است که ماده‌های هیومیکی در رشد، نمو و تولید گیاه اثرهای افزایشی دارند. از اثرهای مستقیم و غیرمستقیم ماده‌های هیومیکی می‌توان به ساخت پروتئین، فعالیت شبه‌هورمونی گیاه، تحریک فتوسنتز، تغیر فعالیت آنزیم‌ها، حل کردن و جذب عنصرهای کم‌مصرف و پرمصرف، کاهش سطح‌های فعال عنصرهای سمی و افزایش جمعیت میکروبی خاک اشاره کرد. هم‌چنین ماده‌های هیومیکی به عنوان جمع کننده خوب عنصرهای سمی معرفی شده‌اند (۳۱). برخی بررسی‌های پیشین نشان می‌دهد که هیومیک‌اسید می‌تواند به‌عنوان یک تنظیم کننده رشد، جهت تنظیم سطح‌های هورمون، بهبود رشد گیاه و افزایش مقاومت به تنش‌ها استفاده شود (۱۳). هیومیک‌اسید اثرهای سودمندی روی خاک و گیاه دارد و با کلات کردن عنصرهای ضروری، سبب افزایش جذب آن‌ها می‌شود و باروری خاک و عملکرد گیاهان را افزایش می‌دهد (۲۱). در ارتباط با اثرهای مفید ترکیب‌های هیومیکی بر بهبود رشد گیاهان، گزارش شده است که غلظت‌های کم هیومیک‌اسید رشد گیاه را به‌صورت معنی‌داری افزایش می‌دهد (۱۸). مسوت و همکاران (۲۴) گزارش کردند که کاربرد هیومیک‌اسید به‌طور معنی‌داری جذب عنصرهای نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، گوگرد، منگنز و مس را در گیاه فلفل زیر تنش شوری افزایش داد. هم‌چنین مقدار سدیم در ریشه و برگ فلفل زیر تنش شوری با کاربرد هیومیک‌اسید کاهش پیدا کرد. آن‌ها پیشنهاد دادند که مقدارهای بالای هیومیک‌اسید، به‌دلیل افزایش جذب عنصرهای غذایی باعث افزایش رشد و تحمل به شوری می‌شود و کاربرد هیومیک‌اسید را برای کاهش اثرهای زیان‌بار تنش شوری

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.8.3]

در گیاه فلفل پیشنهاد کردند. کاهش اثرهای زیان‌بار تنش شوری با کاربرد هیومیک‌اسید، در برخی گیاهان توسط برخی پژوهشگران گزارش شده است (۱۱، ۲۶).

نتیجه گیری

از نتیجه‌های این پژوهش می‌توان چنین نتیجه گرفت که، شوری باعث کاهش ویژگی‌های رشدی گیاه توت‌فرنگی شد، ولی این تأثیر معنی‌دار نبود. کاربرد پلی‌آمین‌ها (پوترسین و اسپرمیدین ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و هیومیک‌اسید ۵ در هزار توانست تا حدودی اثرهای نامطلوب شوری را کاهش دهد و باعث بهبود ویژگی‌های رویشی و زایشی و مقدار جذب عنصرهای معدنی در گیاه توت‌فرنگی زیر تنش شوری شود. بنابراین کاربرد این دو ماده برای کاهش اثرهای تنش شوری در گیاه توت‌فرنگی پیشنهاد می‌شود.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل یک طرح پژوهشی (کد طرح: ۱۲۰۹۶۰۳۲۲۰۰۰۹) می‌باشد، و از محل بودجه طرح‌های پژوهشی معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج تأمین اعتبار شده است، که بدین‌وسیله تشکر می‌شود.

منابع References

۱. ابوطالبی،ع.، ع. تفضلی، ب. خلدبرین و ن. کریمیان. ۱۳۸۶. اثر شوری بر غلظت و پراکنش یون‌های پتاسیم، سدیم و کلر در پیوندک لیموشیرین روی پنج پایه مرکبات. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۱۱: ۶۹-۷۸.

۲. حسینی فرهی، م. ر. امیری فهلیانی و ف. یوسفی. ۱۳۹۴. تاثیر هیومیک‌اسید و کلبرون بر ویژگی‌های رویشی و زایشی توت‌فرنگی در کشت بدون خاک. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی، ۲۱: ۲۳۵-۲۵۰.

۳. عشقی، س.، س. محرمی و ب. جمالی. ۱۳۹۵. اثر اسید سالیسیلیک بر رشد، عملکرد و کیفیت میوه توت فرنگی رقم پاروس در شرایط شوری. علوم و فنون کشت های گلخانه‌ای، ۷: ۱۶۳-۱۷۳.

۴. میرمحمدی میبدی، س. ع. م.، و ب. قره یاضی. ۱۳۸۱. جنبه‌های فیزیولوژیکی و به نژادی تنش شوری گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲۷۴ ص.

۵. نوح پیشه، ز.، و خ. منوچهری کلانتری. ۱۳۹۰. اثرات کاربرد متقابل اسپرمیدین و تنش شوری درگیاه فلفل. مجله زیست‌شناسی ایران، ۲۴: ۸۴۸-۸۵۷.

۶. نیاکان م.، ش. رضاپور محجوب و م. قربانلی. ۱۳۹۴. اثر پوترسین بر رشد، فتوسنتز و ترکیبات آلکالوئیدی گیاه دارویی تاتوره (*Datura stramonium* L.) در پاسخ به تنش شوری زیر شرایط هیدروپونیک. مجله علوم و فنون کشت های گلخانه‌ای، ۶: ۱۱۱-۱۲۳.

7. Abdel Rahman, R., S.E. Gomaa, N. Abdelsalam, H. El-Din, M.F. El-Wakil, A.S. Khaled and H.M. Hassan. 2013. Effect of sodium chloride on tropane alkaloids accumulation and proline content in *Datura metel* and *D. stramonium* callus cultures. Int. J. Adv. Biol. Biomed. Res. 1:197-210.

8. Ameri, A. and A. Tehranifar. 2012. Effect of Humic acid on nutrient uptake and physiological characteristic *Fragaria ananassa* cv.: Camarosa. J. Biol. Environ. Sci. 6:77-79.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.8.3]

9. Amri, E., M. Mirzaei, M. Moradi and K. Zare. 2011. The effects of spermidine and putrescine polyamineson growth of pomegranate (*Punica granatum* L. cv 'Rabbab') in salinity circumstance. Int. J. Plant Physiol. Biochem. 3:43–49.
10. Anjum, M.A. 2011. Effect of exogenously applied spermidine on growth and physiology of citrus rootstock Troyer citrange under saline conditions. Turk. J. Agr. For. 35:43-53.
11. Bakry, B. A., M. H. Taha., Z. A. Abdelgawad, and M. M. S. Abdallah. 2014. The role of humic acid and proline on growth, chemical constituents and yield quantity and quality of three flax cultivars grown under saline soil conditions. Agr. Sci. 5:1566-1575.
12. Capell, T., L. Bassie and P. Christou. 2004. Modulation of the polyamine biosynthetic pathway intransgenic rice confers tolerance to drought stress. Proc. of the National Academy of Sciences of the USA. 101:9909-9914.
13. Cimrin, K.M., O. Türkmen, M. Turan and B. Tuncer. 2010. Phosphorus and humic acid application alleviate salinity stress of pepper seedlings. Afr. J. Biotech. 9:5845–5851.
14. Del Duca, S., V. Tidu, R. Bassi, C. Esposito and D. Serafani Fracassini. 1994. Identification ofchlorophyll-a/b proteins as substrates of transglutaminase activity in isolated chloroplasts of *Helianthus tuberosus* L. Planta, 193:283-289.
15. Duan, J., J. Li, S. Guo and Y. Kang. 2008. Exogenous spermidine affects polyamine metabolism insalinity-stressed *Cucumis sativus* roots and enhances short-term salinity tolerance. J. Plant Physiol. 165:1620–1635.
16. Eshghi, S. and M. Garazhian. 2015. Improving growth, yield and fruit quality of strawberry by foliar and soil drench applications of humic acid. Iran Agr. Res. 34:14-20.
17. Fallahi, E., B. Fallahi and M.M. Seyedbagheri. 2006. Influence of humic substance and nitrogen on yield, fruit quality and leaf mineral elements of Early Spur Rome apple. J. Plant Nut. 29:1819-1833.
18. Hosseini Farahi, M., A. Aboutalebi, S. Eshghi, M. Dastyaran and F. Yosefi. 2013. Foliar application of humic acid on quantitative and qualitative characteristics of Aromas strawberry in soilless culture. Agr. Comm. 1:13-16.
19. Hummel, I., I. Coueé, A. El Amrani, J. Martin-Tanguy and F. Hennion .2002. Involvement of polyamines in root development at low temperature in the subantarctic cruciferous species *Pringlea antiscorbutica*. J. Exp. Bot. 53:1463-1473.
20. Kaya, C., H. Kirnak, D. Higgs and K. Saltati. 2002. Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield instrawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity. Sci. Hort. 26:807-820.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.8.3]

21. Liu, C. and R.J. Cooper. 2000. Humic substances influence creeping bentgrass growth. Golf Course Manag. 49-53 pp.
22. Martin-Tanguy, J. 2001. Metabolism and function of polyamines in plants. Recent Development (new approaches). J. Plant Growth Regul. 34:135-148.
23. Masciandaro, G., B. Ceccanti, V. Ronchi, S. Benedicto and L. Howard. 2002. Humic substances to reduce salts effect on germination and growth of plants. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 33:365-378.
24. Mesut, K.Ç., Ö. Türkmen, M. Turan and B. Tuncer. 2010. Phosphorus and humic acid application alleviate salinity stress of pepper seedling. Afr. J. Biotech. 9:5845-5851.
25. Ondrasek, G., D. Romic, M. Romic, B. Duralija and I. Mustac. 2006. Strawberry growth and yield in a salineenvironment. Agr. Conspec. Sci. 71:156-158.
26. Ouni, Y., T. Ghnaya, F. MontemurroC. Abdellyand A. Lakhdar. 2014. The role of humic substances in mitigating the harmful effects of soil salinity and improve plant productivity. Int. J. Plant Prod. 8:353-374.
27. Ozkutlu, F., B. Torun and I. Cakmak. 2006. Effect of zinc humate on growth of soybean and wheat in zinc-deficient calcareous soil. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 37:2769-2778.
28. Parida, A.K. and A.B. Das. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. Ecotoxicol. Environ. Safety 60:324-349.
29. Quinet, M.L., A. Ndayiragije, I. Lefevre, B. Lambillotte, C.C. Dupont-Gillain and S. Lutts. 2010. Putrescinedifferently in fl uences the effect of salt stress on polyamine metabolism and ethylene synthesisin rice cultivars differing in salt resistance. J. Exp. Bot. 61:2719–2733.
30. Rothe, G., A. Hachiya, Y. Yamada, T. Hashimoto and B. Drager. 2003. Alkaloides in plants and root cultures of Atropa belladonna over expressing putrescine N-methyltransferase. J. Exp. Bot. 54:2065-2070.
31. Sinha, B. and K. Bhattacharyya. 2011. Retention and release isotherm of arsenic in arsenic–humic/fulvic equilibrium study. Biol. Fertil. Soils 47:815–822.
32. Tester, M. and R. Davenport. 2003. Na^+ tolerance and Na^+ transport in higher plants. Ann. Bot. 91:503–527.
33. Trevisan, S., D. Pizzeghello, B. Ruperti, O. Francioso, A. Sassi, K. Palme, S. Quaggiotti and S. Nardi. 2009. Humic substances induce lateral root formation and expression of the early auxin-responsive IAA19 gene and DR5 synthetic element in *Arabidopsis*. Biol. Plant. 12:604-614.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.8.3]

34. Turkmen, O., A. Dursun, M. Turan and C. Erdinc. 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings under saline soil conditions. Acta Agr. Scand. Sec. B. Soil. Plant. Sci. 54:168-174.
35. Zhang, R.H., J. Li, S.R. Guo and T. Tezuka. 2009. Effects of exogenous putrescine on gas exchange characteristics and chlorophyll fluorescence of NaCl-stressed cucumber seedlings. Photosynth. Res. 100:155–162.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.8.3]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 18 (2): 209-220 (2017)

Effect of Polyameins (PAs) and Humic Acid (HA) on Growth, Yield and Concentration of Mineral Elements in shoot and Root of Strawberry

M. Hosseini Farahi*, M. Dastyaran and F. Yosefi[1]

Salinity stress is one of the most important destructive factors of plant growth and yield, which has very unpleasant effects on plant growth and production in agriculture. Strawberry is a salt-sensitive plant. The aim of this study was to use of polyamines and humic acid (HA) to reduce negative effect of salinity on growth, yield and absorption of minerals elements. For this purpose, a factorial excrement based on randomized block design was conducted in a hydroponic commercial greenhouse with media culture Cocopeat and perlite (equal ratio) in Yasooj suburb. The first factor was polyamines in 5 concentrations (Putrescine (Put) 0, 500 and 1000 mg l^{-1} and Spermidine (Spd) 500 and 1000 mg 1^{-1}) and humid acid at 0 and 5 g 1^{-1} concentration. All plants were irrigated with 40 mM NaCl salinity during experiment. Results showed that salinity reduced the growth parameters of strawberry. Application of HA and PAs reduced the harmful effect of salinity stress, although in all traits improved the quantity characteristics. Use of PAs increased the Fe, Ca and K contents in shoot and root of strawberry plant under salinity stress. So use of PAs and HA rescued the absorption of Na in shoot and root of strawberry. In general, results showed the salinity stress caused reduce the growth parameters in strawberry but application of Put and Spd 500 mg 1^{-1} and HA 5 g 1^{-1} can reduced the salinity harmful effect and increased vegetative and reproductive traits and absorption of mineral elements under salinity stress.

Keywords: Na, Potassium (K), Putrescine, Salinity stress, Spermidine.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.8.3]

1. Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Young Researchers and Elite Club, Yasooj Branch and Department of Agronomy, Yasooj Branch, Islamic Azad University, Yasooj, Iran.
* Corresponding author, Email: (m.h.farahi@iauyasooj.ac.ir).