گل و گیاهان زینتی (۱٤۰۳)، ۹(۱: ۱۷-۳۰
مقاله پژوهشی

اثر اسیدفولویک بر برخی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و عناصر برگی آلسترومریا (*Alstroemeria aurea* 'Orange Queen')

فرشته صحرائی، زهره جبارزاده*، جعفر امیری

گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه

z.jabbarzadeh@urmia.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/٦/۱٤، تاریخ بازنگری: ۱٤۰۲/۸/۲۲، تاریخ پذیرش: ۱٤۰۲/۸/۲۳

چکیده

آلسترومریا به‌علت داشتن گل‌های زیبا و گوناگونی رنگ زیاد در بازارهای جهانی گل و گیاه به عنوان یکی از مهم‌ترین و پرطرفدارترین گل‌های زینتی بریدنی به شمار می‌رود. هدف از این پژوهش بررسی اثرهای کاربرد اسیدفولویک بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی آلسترومریا و تعیین غلظت مناسب آن برای بهبود ویژگی‌های رشد و گلدهی و همچنین جذب عناصر برگی آلسترومریا بود. برای انجام این پژوهش، از آلسترومریا رقم Orange Queen استفاده شد. آزمایش بر پایه طرح کاملاً تصادفی با استفاده از اسیدفولویک در غلظت‌های ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به فاصله دو هفته یک‌بار به مدت چهار ماه با سه تکرار و هر تکرار شامل دو گلدان انجام شد. محیط رشد گیاهان در گلخانه آمیخته‌ای از پرلیت و کوکوپیت به نسبت ۱:۳ بود. در طول دوره رشد و گلدهی گیاهان، از محلول غذایی مورد استفاده در یک گلخانه تجاری در محیط کشت استفاده شد. در مراحل مختلف رشد، دمای گلخانه در روز ۱۸-۱٦ و در شب ۱۳-۱۰ درجه سلسیوس بود. در پایان پژوهش، ویژگی‌های ریخت‌شناسی مانند تعداد و سطح برگ، طول ساقه گل‌دهنده، تعداد گلچه، طول و قطر گلچه‌ها و مقدار برخی عناصر از جمله نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن و روی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک سبب افزایش معنی‌دار تعداد و سطح برگ در مقایسه با سایر تیمارها شد. کاربرد تمام غلظت‌های اسیدفولویک باعث افزایش معنی‌دار تعداد گلچه‌ها نسبت به شاهد شد. در این پژوهش غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک، قطر گل آلسترومریا را ۱/٤ برابر نسبت به شاهد افزایش داد. بیشترین طول گلچه در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک و کمترین طول گلچه در شاهد دیده شد. غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک طول ساقه گل‌دهنده را ۱/٦ برابر نسبت به شاهد افزایش داد. کمترین میزان فسفر در برگ آلسترومریا در شاهد و بیشترین مقدار فسفر در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک دیده شد. به‌طور کلی استفاده از اسیدفولویک اثر مثبتی بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده داشت. در این پژوهش، کاربرد اسید فولویک با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نسبت به سایر غلظت‌های مورد استفاده اثر بهتری بر ویژگی‌های مورد بررسی داشت.

واژه‌های کلیدی: آلسترومریا، آهن برگ، ساقه گل‌دهنده، قطر گلچه، مواد هیومیک.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.17]

مقدمه

گل‌ها با زیبایی فراوان و گوناگونی‌های خود در ارضای نیازهای روانی و حس زیبایی‌شناسی بشر، نقش عمده‌ای ایفا می‌کنند. گل مظهر زیبایی و عشق و علاقه و محبوب همه مردمان جهان است. کشورهای بسیاری، گل را به عنوان نشان ملی کشور خود تعیین کرده‌اند و به آن عشق می‌ورزند، مثل مردم مالزی که گل ختمی[۱] را نشان ملی کشور خود می‌دانند (Farzad, 2006). آلسترومریا[۲] یک گل‌بریدنی[۳] در اروپای شمالی است و مورد استفاده عامه مردم در دسته‌گل و گل‌آرایی است (Lukaszewska *et al.*, 2012). آلسترومریا از تیره Alstroemeriaceae می‌باشد (Chamani *et al.*, 2012). گیاهی تک لپه، یک ساله یا چندساله حساس به سرما که در مناطق گرمسیری به‌صورت علفی دائمی است (Sadeghi *et al.*, 2017). گلدهی در آلسترومریا تحت تاثیر دمای خاک اطراف نیساگ است. آلسترومریا در روزهای بلند اواخر بهار به گل می‌رود و گلدهی آن تا پاییز ادامه دارد. اگر دمای خاک به ۱۶ درجه سلسیوس برسد، دوره گلدهی گیاه افزایش می‌یابد (Ghasemi Ghahsareh & Kafi, 2009). بهترین محیط برای ریزوم‌های آلسترومریا، خاک سبک با زهکشی خوب و مواد آلی کافی است. محیط کشت پرلیت و ماسه برای سیستم‌های هیدروپونیک بسته، ایده‌آل می‌باشند. آلسترومریا به‌عنوان گل بریدنی در پس از برداشت با چند مشکل اساسی روبرو است که شامل زرد شدن برگ‌ها، کم شدن یا از بین رفتن آماس برگ، خشک شدن گلچه‌ها و ریزش گلبرگ‌ها می‌باشد (Naseri & Ebrahimi Geravi, 1997).

مواد هیومیک به‌واسطه تغییرات زیستی و شیمیایی مواد گیاهی از طریق متابولیسم میکروبی شکل می‌گیرند و به تنظیم بسیاری از فرایندهای حیاتی و محیطی کمک می‌کنند. مواد هیومیکی به‌عنوان مواد آلی دارای درصد زیادی از عنصر کربن هستند و نقش اساسی در حاصلخیزی، رشد و تغذیه گیاه دارند (Picclo, 1996). اسیدفولویک فعال‌ترین ترکیب هیومیکی بوده، باعث حل شدن مواد معدنی در آب شده و به‌راحتی عناصر غذایی را از طریق یک کمپلکس به گیاه منتقل می‌نماید. اسیدفولویک همچنین می‌تواند مواد معدنی، ویتامین‌ها، ایزوآنزیم‌ها، هورمون‌ها و آنتی‌بیوتیک‌های طبیعی را در خود حل نموده و از این طریق، باعث بهبود رشد و نمو گیاه گردد (Aminifard *et al.*, 2020). اسیدهای آلی به‌ویژه اسیدهای کربوکسیلیک مانند اسیدهیومیک و اسیدفولویک، اصلاح کننده مناسبی برای خاک‌های شور و قلیایی هستند که باعث کاهش pH و هدایت الکتریکی خاکمی‌گردند و در نتیجه سبب بهبود رشد و افزایش عملکرد گیاه می‌شوند (Mirabzadeh *et al.*, 2019). اسیدفولویک نوعی کلات‌کننده مناسب با قدرت تبادل یونی زیاد است که قدرت جذب عناصر معدنی را در گیاهان افزایش می‌دهد که در نتیجه آن، مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی افزایش می‌یابد و نیز باعث افزایش کیفیت و کمیت محصول می‌گردد (Sarkar *et al.*, 2019). اسیدفولویک از نظر بیولوژیکی فعال‌تر از اسیدهیومیک است، اکسیژن بیشتر و کربن کمتری دارد و خاصیت اسیدی آن نسبت به اسیدهیومیک بسیار بیشتر است (Malekouti *et al.*, 2020). در بررسی تأثیر عصاره اسیدفولویک و کودهای شیمیایی بر نرگس دریایی[۴] (گونه‌ای از تیره نرگس‌سانان[۵])، در غلظت‌های سه، پنج و هفت میلی‌لیتر بر لیتر به‌صورت محلول‌پاشی، نتایج نشان داد که کاربرد ترکیبی سه میلی‌لیتر بر لیتر اسیدفولویک و ۷۵٪ NPK بیشترین تأثیر را در رشد رویشی گیاه از قبیل ارتفاع، تعداد برگ، سطح برگ و وزن خشک برگ داشت (Sharaf El. Din *et al.*, 2011). کاربرد

۱- *Hibiscus rosa-sinensis* ۲- *Alstroemeria* sp. ۳- Cut flower ۴- *Pancritium maritimum* ۵- Amaryllidaceae

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.17]

۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مواد هوموسی به مدت هفت هفته در محلول غذایی، تعداد گل در گیاه شمعدانی[1] را افزایش داد (Morard *et al.*, 2011). در بررسی دیگر روی ژربرا[2]، مشخص شد که غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدفولویک به‌صورت ترکیب با محلول غذایی، سبب افزایش عمر گلجای، تعداد و کیفیت گل و بهبود و جذب مواد غذایی در گیاه شد (Yazdani *et al.*, 2014). پژوهشی درباره تأثیر اسیدهیومیک (با غلظت‌های صفر، دو و چهار در هزار)، اسیدفولویک (با غلظت‌های صفر، دو و چهار در هزار) و کریستالون صورتی (با غلظت‌های صفر و یک در هزار) بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل شمعدانی به‌صورت محلول‌پاشی انجام شد. ویژگی‌هایی مانند سطح برگ، تعداد برگ، طول میانگره، طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه، ساقه و برگ اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که اسیدهیومیک و اسیدفولویک تأثیر معنی‌داری بر همه صفات اندازه‌گیری شده داشتند که بیشترین تأثیر اسیدفولویک روی صفات مورد نظر، در غلظت چهار در هزار بدست آمد (Nasiri *et al.*, 2015). در پژوهشی دیگر، کاربرد اسیدهیومیک و اسیدفولویک توانست کارایی کرچک زینتی[3] در پالایش فلزات مس و کادمیوم از خاک را افزایش دهد (Jokar *et al.*, 2022). با توجه به موارد فوق، هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثرات کاربرد اسید فولویک بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی و عناصر برگی آلسترومریا و تعیین غلظت‌های مناسب آن جهت بهبود ویژگی‌های رشد و گلدهی و نیز جذب عناصر غذایی آلسترومریا می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، از نشاء تکثیر یافته از نیساگ رقم Orange Queen آلسترومریا استفاده شد. نیساگ‌های گیاه آلسترومریا از یک گلخانه تجاری در ورامین خریداری شد. یک ماه پس از استقرار گیاهان و زمانی که ارتفاعی حدود ۲۰ سانتی‌متر داشتند اعمال تیمارها آغاز شد و تا چهارماه ادامه داشت. این پژوهش در گلخانه‌های تحقیقاتی و آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه از شهریور ماه سال ۱۴۰۰ شروع شد. آزمایش در قالب طرح به طور کامل تصادفی با سه تکرار و هر تکرار شامل دو گلدان انجام شد. تیمارها شامل غلظت‌های صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک (Thomson Fulvico ۸۰٪ اسیدفولویک ساخت شرکت هومت) بود که هر دو هفته یکبار به مدت چهار ماه به صورت کاربرد پای بوته‌ها انجام شد. محیط کشت گیاهان در گلخانه، شامل مخلوطی از پرلایت و کوکوپیت به نسبت ۱ به ۳ بود. به‌منظور تامین مواد غذایی، برای گیاهان مورد استفاده، طی دوره‌های رشد و گلدهی، دستور تغذیه طبق برنامه یک گلخانه تجاری استفاده شد و pH محلول غذایی ۶/۲-۵/۸ بود (جدول ۱). نحوه تغذیه بدین صورت بود که یک روز در میان، محلول غذایی به گیاهان به میزان ۲۰۰-۱۵۰ میلی‌لیتر داده می‌شد و پس از دو بار تغذیه، آبشویی انجام می‌گرفت. در مراحل مختلف رشد، دمای گلخانه طی روز ۱۸-۱۶ و در شب ۱۳-۱۰ درجه سلسیوس بود.

اندازه‌گیری ویژگی‌های ریخت‌شناسی

در این پژوهش، طول ساقه گل‌دهنده با استفاده از خط‌کش از محل طوقه تا انتهایی‌ترین قسمت گیاه به عنوان طول ساقه گل-دهنده اندازه‌گیری شد و به سانتی‌متر بیان گردید. قطر ساقه از سه قسمت پایین، وسط و بالای گیاه با کولیس دیجیتال (مدل NO:Z,22855) (برند اینسایز و سازنده کشور چین) اندازه‌گیری و میانگین آنها محاسبه شد و داده‌ها بر حسب میلی‌متر با دقت

۱- *Pelargonium* spp. ۲- *Gerbera jamesonii* ۳- *Ricinus communis* L.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.17]

۰/۰۱ بیان گردیدند. قطر گلچه‌ها پس از باز شدن کامل گلچه از دو طرف، از بیرونی‌ترین گلبرگ تا بیرونی‌ترین گلبرگ روبه‌روی آن توسط خط‌کش اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها محاسبه شد و داده‌ها به عنوان قطر گلچه بیان شد. طول گلچه نیز (از ابتدای دم گل تا انتهای نوک گلبرگ‌ها) توسط خط‌کش اندازه‌گیری و به سانتی‌متر بیان شد. تعداد گلچه‌ها و تعداد برگ‌ها نیز با شمارش اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری سطح برگ، در پایان دوره رشد، از هر گلدان ۲ ساقه و از هر ساقه به طور تصادفی ۳ برگ بالغ از قسمت‌های میانی انتخاب و سطح آن‌ها توسط دستگاه سطح سنج Leaf Area Meter (مدل AM200) (سازنده شرکت ADC کشور انگلستان) اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- برنامه غذایی مورد استفاده برای آلسترومریا برای ۱۰۰ لیتر آب (گرم).

Table 1- Nutritional program used for Alstroemeria for 100 L nutrient solution (g).

نیترات کلسیم $Ca(NO_3)_2$	سولفات منیزیوم $MgSO_4$	نیترات پتاسیم KNO_3	نیترات آمونیوم NH_4NO_3	مولیبدات سدیم Na_2MoO_4	بوراکس $Na_2[B_4O_5(OH)_4]\cdot 8H_2O$	مونوآمونیوم فسفات MAP	سولفات منگنز $MnSO_4$	سولفات روی $ZnSO_4$	سولفات پتاسیم K_2SO_4	کلات آهن Fe EDDH
10	10	32	4	0.035	0.03	5	0.2	0.15	8	5

اندازه‌گیری میزان عناصر برگ

برای اندازه‌گیری عناصر برگی نمونه‌های برداشت شده از قسمت‌های وسط گیاه شامل برگ و دمبرگ، کاملاً با آب معمولی حاوی اسیدکلریدریک ۰/۱ مولار شستشو و سپس با آب مقطر دو بار آب‌کشی شدند. نمونه‌ها بلافاصله در پاکت کاغذی قرار گرفتند و در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند. نمونه‌ها پس از خروج از آون توسط هاون چینی به خوبی ساییده شدند تا کاملا پودر شوند. سپس بسته به نوع عناصری که قرار بود اندازه‌گیری شود، هضم انجام شد. برای اندازه‌گیری نیتروژن، هضم تر و برای اندازه‌گیری سایر عناصر، هضم خشک صورت گرفت (Ohayama *et al*., 1991).

استخراج عصاره گیاهی جهت اندازه‌گیری فسفر، پتاسیم، آهن و روی

مقدار ۰/۵-۰/۳ گرم از نمونه‌های خشک در هاون پودر شده و در بوته چینی ریخته شد و به‌منظور حذف ترکیبات آلی به کوره‌ای با دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس انتقال داده شدند و نمونه‌ها طی چهار تا پنج ساعت به خاکستر سفید رنگی تبدیل شدند. این خاکستر سفید رنگ به کمک ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریدیک دو مولار هضم شد و پس از عبور از کاغذ صافی، به درون لوله‌های فالکون ۵۰ میلی‌لیتری ریخته و با کمک آب مقطر، حجم آن به ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. این محلول به‌عنوان عصاره خام برای اندازه‌گیری عناصر فسفر، پتاسیم، آهن و روی مورد استفاده قرار گرفت (Ryan *et al*., 2001).

اندازه‌گیری میزان فسفر به روش کالریمتری (رنگ زرد مولبیدات وانادات) به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (HALODB-20, Dynamica) در طول موج ۴۷۰ نانومتر انجام شد و بعد از انجام محاسبات، مقدار فسفر بر حسب درصد بیان شد (Ohayama *et al*., 1991). میزان پتاسیم توسط دستگاه شعله‌سنج (فلیم فتومتر، فاطر ۴۰۵، Flame photometer) اندازه‌گیری شد و بعد از انجام محاسبات، مقدار پتاسیم بر حسب درصد گزارش گردید (Mizukoshi *et al*., 1994). اندازه‌گیری آهن با دستگاه جذب اتمی (مدل Shimadzu AA-6300 ساخت کشور ژاپن) در عصاره به روش هضم خشک و با استفاده از اسیدکلریدریک دو مولار انجام شد. نمونه‌های استاندارد و عصاره با دستگاه جذب اتمی با طول موج ۲۴۸/۳ نانومتر اندازه‌گیری شد. غلظت آهن در

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.17]

نمونه‌ها با استفاده از منحنی کالیبراسیون بدست آمد و براساس میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گزارش گردید (Ryan *et al.*, 2001). اندازه‌گیری میزان روی با دستگاه جذب اتمی (مدل Shimadzu AA-6300 ساخت کشور ژاپن) به روش هضم خشک و با استفاده از اسیدکلریدریک دو مولار انجام شد. میزان جذب در طول موج ۲۱۳/۹ نانومتر خوانده شد و با رسم منحنی کالیبراسیون، غلظت روی در نمونه‌ها به‌صورت میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گزارش گردید (Ryan *et al.*, 2001). برای اندازه‌گیری مقدار نیتروژن برگ از دستگاه کجلدال (Cejeldall) استفاده شد و میزان نیتروژن برگ، بر حسب درصد محاسبه گردید (Ohayama *et al.*, 1991).

برای انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات مورد بررسی، از نرم‌افزار SAS (9.2) استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش چند دامنه‌ای توکی در سطح احتمال یک و پنج درصد انجام گرفت. همچنین، برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel (2016) استفاده گردید.

نتایج و بحث

اثر اسیدفولویک روی همه ویژگی‌های اندازه‌گیری شده به غیر از قطر ساقه گل‌دهنده معنی‌دار شد (جدول ۱). اسیدفولویک بر مقدار عناصر برگی آلسترومریا نیز تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۲).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های ریخت‌شناسی گل‌های آلسترومریا با کاربرد اسیدفولویک.

Table 1- The results of analysis of variance in the morphological characteristics of Alstroemeria flowers with the application of fulvic acid.

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Squares						
		سطح برگ Leaf area	تعداد برگ Leaf number	قطر گلچه Floret diameter	تعداد گلچه Floret number	طول گلچه Floret length	قطر ساقه گلدهنده Flowering stem diameter	طول ساقه گلدهنده Flowering stem length
اسیدفولویک Fulvic acid	3	61943.96**	128.33**	2.06*	15.3**	1.63**	0.56^{ns}	604.9**
اشتباه آزمایشی Error	8	4800	11.33	0.34	1.08	0.075	0.158	1.56
ضریب تغییرات C.V. (%)	--	4.69	8.04	9.08	13.57	4.52	8.30	2.07

^{ns}، ** و * به ترتیب عدم معنی داری، معنی داری در سطح ۱ و ۵٪

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

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.17]

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس غلظت عناصر برگی گل آلسترومریا با کاربرد اسیدفولویک.

Table 1- The results of analysis of variance in the leaf elements concentration of Alstroemeria flowers with the application of fulvic acid.

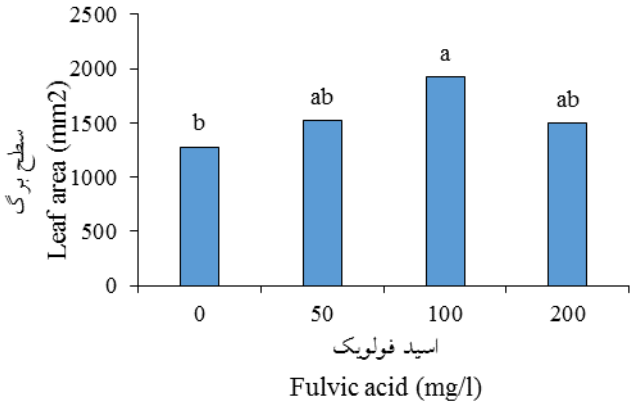
منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Squares				
		نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K	آهن Fe	روی Zn
اسیدفولویک Fulvic acid	3	0.052**	0.051**	0.48**	510.3**	274.08**
اشتباه آزمایشی Error	8	0.00068	0.00042	0.028	1.75	1.75
ضریب تغییرات C.V. (%)	--	1.88	5.72	5.27	0.97	3.80

ns، ** و * به ترتیب عدم معنی داری، معنی داری در سطح ۱ و ۵٪.

ns, ** and *: non-significant, significant at $P\leq0.01$ and $P\leq0.05$, respectively

سطح برگ

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) مشخص شد که اثر کاربرد اسیدفولویک بر سطح برگ‌های آلسترومریا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که فقط غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک توانست تفاوت معنی‌داری با شاهد ایجاد کند هر چند که بین غلظت‌های مختلف اسیدفولویک، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۱).



شکل ۱- تاثیر غلظت‌های مختلف اسیدفولویک بر سطح برگ آلسترومریا رقم 'Orange Queen' (آزمون توکی، ۱٪).

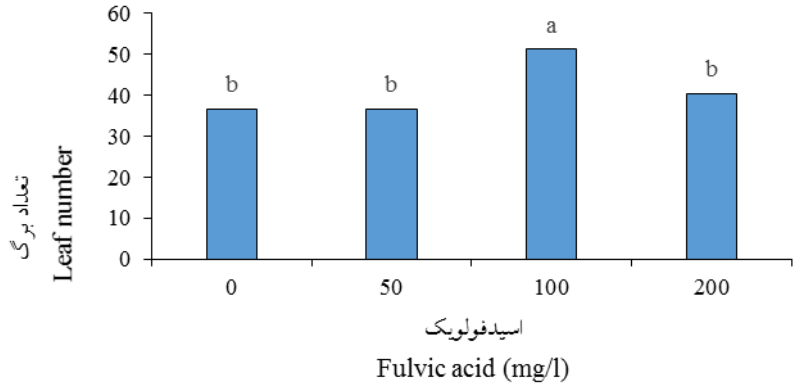
Figure 1- Effect of various concentrations of fulvic acid on the leaf area of Alstroemeria 'Orange Queen' (Tukey, $P\leq0.01$).

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.17]

تعداد برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که اثر کاربرد اسیدفولویک بر تعداد برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تنها غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک توانست با شاهد و سایر غلظت‌های اسیدفولویک در افزایش تعداد برگ تفاوت معنی‌داری ایجاد کند (شکل ۲).



شکل ۲- تاثیر غلظت‌های مختلف اسیدفولویک بر تعداد برگ آلسترومریا رقم 'Orange Queen' (آزمون توکی، ۱٪).

Figure 2- Effect of various concentrations of fulvic acid on the leaf number of Alstroemeria 'Orange Queen' (Tukey, *P≤0.01*).

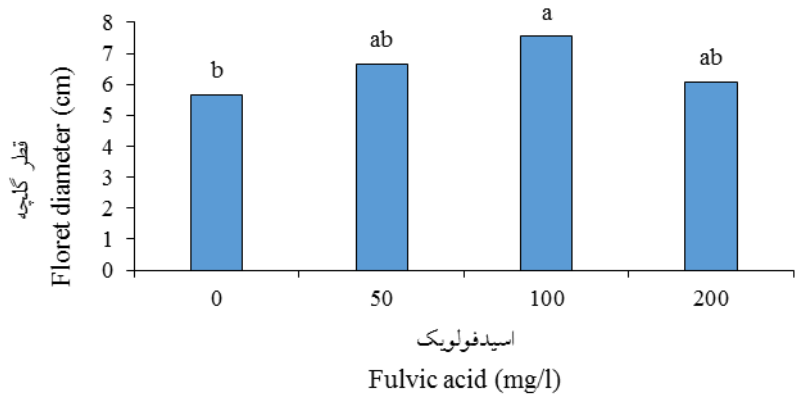
افزایش در سطح و تعداد برگ در پژوهش انجام شده می‌تواند به‌دلیل داشتن خاصیت شبه اکسینی مواد هیومیکی باشد که روی تقسیمات یاخته‌ای اثرات مستقیم دارند و منجر به گسترش دیواره یاخته‌ای و افزایش رشد آن می‌شوند (Asree *et al.*, 2022).

قطر گلچه

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کاربرد اسیدفولویک بر قطر گلچه آلسترومریا در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول۱). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تنها غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک توانست تفاوت معنی‌داری بر قطر گلچه در مقایسه با شاهد ایجاد کند در حالی‌که بین غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در این پژوهش، غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک سبب افزایش ۱/٤ برابری قطر گلچه گل آلسترومریا نسبت به شاهد شد (شکل ۳).

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.17]

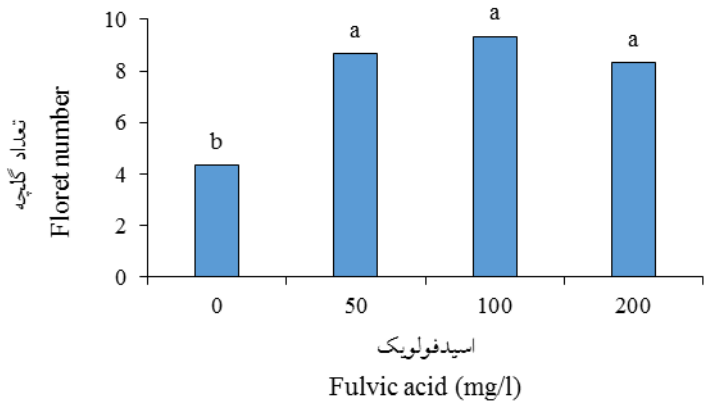


شکل ۳- تاثیر غلظت‌های مختلف اسیدفولویک بر قطر گلچه آلسترومریا رقم 'Orange Queen' (آزمون توکی، ۵٪).

Figure 3- Effect of various concentrations of fulvic acid on the floret diameter of Alstroemeria 'Orange Queen' (Tukey, *P≤0.05*).

تعداد گلچه

اثر کاربرد اسیدفولویک بر تعداد گلچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول۱). با توجه به مقایسه میانگین داده‌ها مشخص شد که تمامی غلظت‌های اسیدفولویک توانستند تعداد گلچه‌ها را نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری افزایش دهند هر چند که بین غلظت‌های به‌کار برده شده تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ٤).



شکل ٤- تاثیر غلظت‌های مختلف اسیدفولویک بر تعداد گلچه آلسترومریا رقم 'Orange Queen' (آزمون توکی، ۵٪).

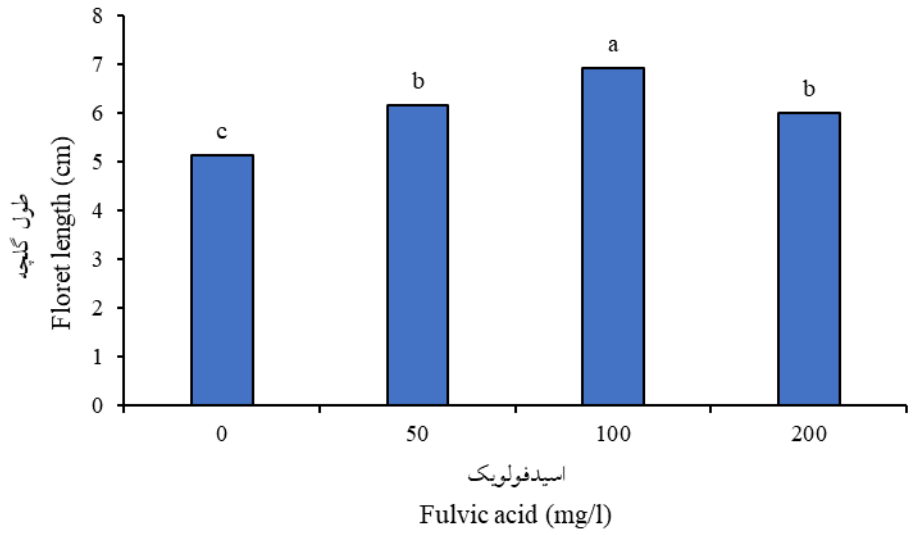
Figure 4- Effect of various concentrations of fulvic acid on the floret number of Alstroemeria 'Orange Queen' (Tukey, *P≤0.01*).

طول گلچه

اثر اسیدفولویک بر طول گلچه در گل‌های آلسترومریا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک تاثیر بیشتری در افزایش طول گلچه در مقایسه با سایر غلظت‌های اسیدفولویک و شاهد داشت. بیشترین طول گلچه (٦/۹۳ سانتی‌متر) در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک و کمترین طول گلچه (۵/۱۳ سانتی‌متر) در شاهد مشاهده شد (شکل ۵).

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.17]

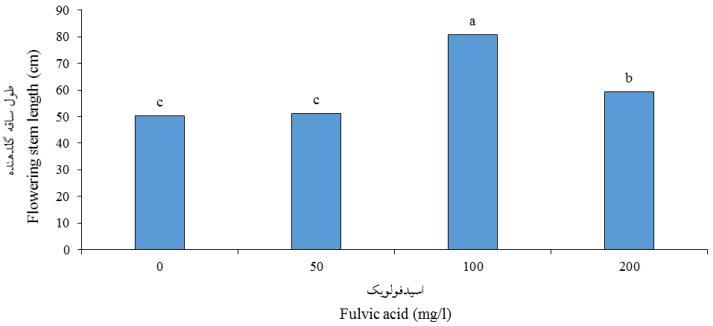


شکل ۵- تاثیر غلظت‌های مختلف اسیدفولویک بر طول گلچه آلسترومریا رقم 'Orange Queen' (آزمون توکی، ۱٪).

Figure 5- Effect of various concentrations of fulvic acid on the floret length of Alstroemeria 'Orange Queen' (Tukey, *P≤0.01*).

طول ساقه گل‌دهنده

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اسیدفولویک بر طول ساقه گل‌دهنده در آلسترومریا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک تاثیر بیشتری در افزایش طول ساقه گل‌دهنده در آلسترومریا داشت، به‌طوری که غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک (۸۰/٦٦ سانتی‌متر) توانست طول ساقه گلدهنده را ۱/٦ برابر در مقایسه با شاهد (۵۰/۱٦ سانتی‌متر) افزایش دهد. بین شاهد و غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ٦).



شکل ٦- تاثیر غلظت‌های مختلف اسیدفولویک بر طول ساقه گلدهنده آلسترومریا رقم 'Orange Queen' (آزمون توکی، ۱٪).

Figure 6- Effect of various concentrations of fulvic acid on the flowering length of Alstroemeria 'Orange Queen' (Tukey, *P≤0.01*).

با توجه به نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین داده‌ها مشخص شد که کاربرد اسیدفولویک منجر به افزایش قابل ملاحظه‌ای در ویژگی‌های گلدهی گل آلسترومریا مانند قطر و تعداد گل، طول گلچه و طول ساقه گلدهنده در مقایسه با شاهد گردید. افزایش طول ساقه‌گلدهنده می‌تواند به‌دلیل اثر شبه اکسینی مواد هیومیکی باشد که منجر به افزایش تقسیمات یاخته‌ای می-

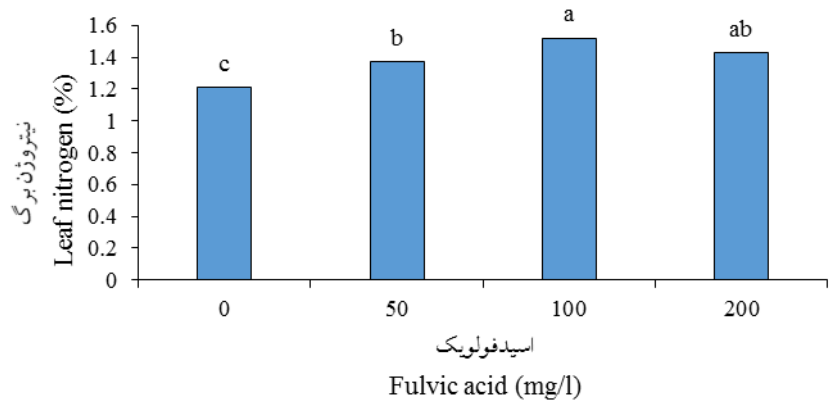
[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.17]

گردد. افزون بر این، اسیدفولویک منجر به افزایش رنگدانه‌های برگ و افزایش مقدار نیتروژن برگ می‌شود (Harper *et al.*, 2000) به نظر می‌رسد که افزایش جذب نیتروژن منجر به بهبود رشد رویشی گیاه آلسترومریا شده باشد و گیاه با داشتن شرایط رشدی مناسب، توانسته گلدهی بهتر و با کیفیت‌تری را داشته باشد. در پژوهش‌های دیگری نیز تاثیر مثبت اسیدفولویک بر بهبود ویژگی‌های گلدهی گیاهان زینتی اشاره شده است. در پژوهشی روی ژربرا، تأثیر غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدفولویک نشان داد که تیمار ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدفولویک به‌صورت ترکیب با محلول غذایی، تعداد گل را افزایش داد و با افزایش جذب مواد غذایی، سبب بهبود کمیت و کیفیت گل شد (Yazdani *et al.*, 2014). علاوه بر نقش اسیدفولویک در بهبود خواص شیمیایی و فیزیکی محیط کشت و افزایش رطوبت آن، این ترکیب دارای نقش‌های گوناگون دیگری نیز می‌باشد که می‌توان به بهبود هوادهی و جلوگیری از آبشویی عناصر غذایی به دلیل افزایش تبادل کاتیونی اشاره کرد. همچنین اسید فولویک این قابلیت را دارد که رنگ محیط کشت را تیره کند و از این راه به جذب نور خورشید به میزان قابل توجهی کمک کند که در نتیجه دمای خاک را افزایش می‌دهد و این به گرم شدن سیستم ریشه از یک طرف و تحریک رشد و افزایش رشد گیاه کمک می‌کند (Asree *et al.*, 2022).

نیتروژن برگ

کاربرد اسیدفولویک باعث افزایش معنی‌دار نیتروژن برگ‌های آلسترومریا شد. غلظت‌های۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک منجر به افزایش بیشتر جذب نیتروژن شدند، به‌طوری که غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش ۲۵ درصدی نیتروژن نسبت به شاهد شد (شکل ۷).



شکل ۷ - تاثیر غلظت‌های مختلف اسیدفولویک بر مقدار نیتروژن برگ آلسترومریا رقم 'Orange Queen' (آزمون توکی، ۵٪).

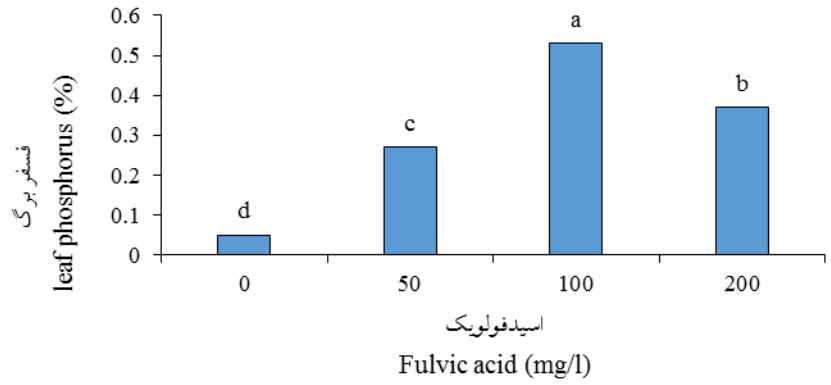
Figure 7- Effect of various concentrations of fulvic acid on the leaf nitrogen content of Alstroemeria 'Orange Queen' (Tukey, *P≤0.01*).

فسفر برگ

کاربرد اسیدفولویک تا غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر منجر به افزایش فسفر برگ‌های آلسترومریا شد و سپس با افزایش غلظت به مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، جذب فسفر روند کاهشی نشان داد. کمترین میزان فسفر در برگ‌های آلسترومریا (۰/۰۵٪) در شاهد مشاهده شد و بیشترین مقدار فسفر در برگ‌های آلسترومریا (۰/۵۳٪) در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک مشاهده شد (شکل ۸).

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.17]

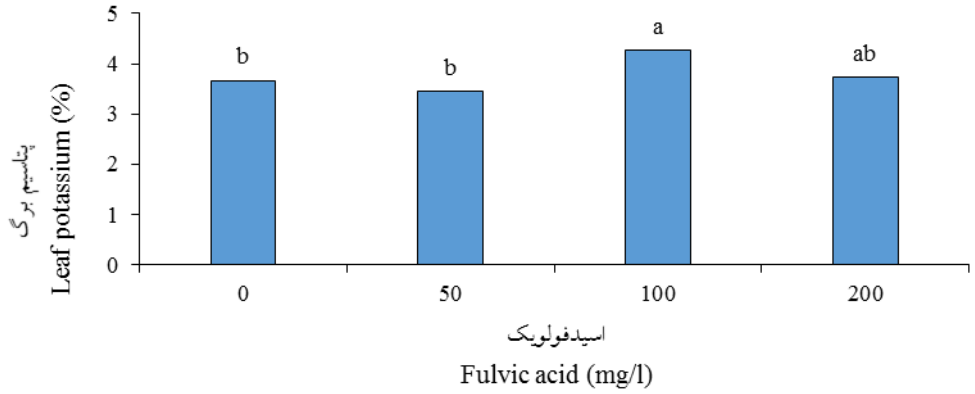


شکل ۸- تاثیر غلظت‌های مختلف اسیدفولویک بر مقدار فسفر برگ آلسترومریا رقم 'Orange Queen' (آزمون توکی، ۵٪).

Figure 8- Effect of various concentrations of fulvic acid on the leaf phosphorus content of Alstroemeria 'Orange Queen' (Tukey, *P≤0.01*).

پتاسیم برگ

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تنها غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک منجر به افزایش معنی‌دار میزان عنصر پتاسیم برگی شد و در بقیه تیمارها تفاوت معنی‌داری در جذب پتاسیم نسبت به شاهد مشاهده نشد (شکل ۹).



شکل ۹- تاثیر غلظت‌های مختلف اسیدفولویک بر میزان پتاسیم برگ آلسترومریا رقم 'Orange Queen' (آزمون توکی، ۱٪).

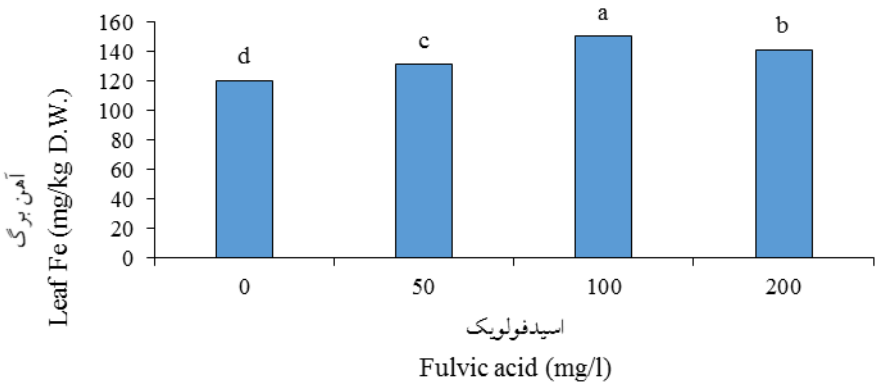
Figure 9- Effect of various concentrations of fulvic acid on the leaf potassium content of Alstroemeria 'Orange Queen' (Tukey, *P≤0.01*).

آهن برگ

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد هر چند که تمامی غلظت‌های اسیدفولویک به کار برده شده باعث افزایش معنی‌دار غلظت آهن برگ شدند ولی بیشترین میزان جذب آهن در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد و با افزایش غلظت تا ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر میزان آهن روندی کاهشی نشان داد. با توجه به شکل ۱۰، کمترین مقدار آهن در برگ‌های آلسترومریا (۱۲۰/۶۶ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک) در شاهد و بیشترین میزان آن (۱۵۱ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک) در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک مشاهده شد.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.17]

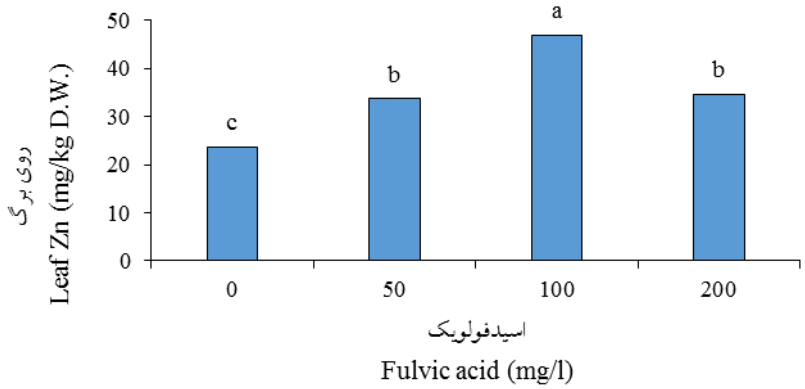


شکل ۱۰- تاثیر غلظت‌های مختلف اسیدفولویک بر مقدار آهن برگ آلسترومریا رقم 'Orange Queen' (آزمون توکی، ۱٪).

Figure 10- Effect of various concentrations of fulvic acid on the leaf iron content of Alstroemeria 'Orange Queen' (Tukey, *P≤0.01*).

عنصر روی در برگ

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که همانند جذب آهن برگ، هر چند که تمامی غلظت‌های اسیدفولویک به کار برده شده باعث افزایش معنی‌دار غلظت روی شدند ولی بیشترین مقدار جذب آن در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد و با افزایش غلظت تا ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، روی روندی کاهشی نشان داد. لازم به ذکر است که کمترین مقدار عنصر روی در برگ‌های آلسترومریا (۲۳/٦٦ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک) در شاهد و بیشترین میزان آن (٤٧ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک) در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک مشاهده شد (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- تاثیر غلظت‌های مختلف اسیدفولویک بر مقدار عنصر روی برگ آلسترومریا رقم 'Orange Queen' (آزمون توکی، ۱٪).

Figure 11- Effect of various concentrations of fulvic acid on the leaf zinc content of Alstroemeria 'Orange Queen' (Tukey, *P≤0.01*).

همانطور که در شکل‌های ۷ تا ۱۱ مشاهده شد کاربرد اسیدفولویک (به‌ویژه غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) منجر به افزایش عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن و روی شد. در پژوهشی مشخص شد که افزایش درصد نیتروژن برگ‌ها در اثر کاربرد اسیدفولویک ممکن است به دلیل این باشد که اسیدفولویک مخزنی از عناصر غذایی از جمله نیتروژن است و همچنین در بهبود خواص محیط کشت نقش دارد (Justi *et al.*, 2019). علاوه بر این، به‌دلیل بهبود سیستم ریشه‌ای توسط اسیدفولویک،

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.17]

این ماده سبب افزایش دسترسی ریشه‌ها به عناصر غذایی می‌شود، بنابراین می‌توان انتظار داشت که جذب نیتروژن در اثر کاربرد اسیدفولویک افزایش یابد. در مورد افزایش درصد فسفر، می‌توان آن را به نقش کلات‌کنندگی مواد هیومیکی، کاهش pH (به‌دلیل وجود گروه‌های کینونی مانند گروه‌های کربوکسیل، فنولیک و هیدروکسیل در اسیدفولویک) و افزایش جذب و جلوگیری از تثبیت فسفر اشاره کرد (Abdel-Razzak and El-Sharkawy 2013). اسیدفولویک با فعال کردن جذب ریشه‌ها، در تجمع پتاسیم در قسمت‌های مختلف گیاه از جمله برگ‌ها نقش دارد. همچنین گزارش شده است که اسیدفولویک نقش مهمی در افزایش جذب یون‌های تک ظرفیتی مانند آمونیوم و پتاسیم دارد و این می‌تواند افزایش جذب پتاسیم را در گیاه توجیه کند (Asree *et al*., 2022). افزایش جذب آهن در اثر کاربرد اسیدفولویک در گیاه چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) توسط Asree و همکاران (۲۰۲۲) نیز گزارش شد و دلیل افزایش آهن، داشتن خاصیت کلات کنندگی اسیدفولویک، افزایش نفوذپذیری غشای یاخته و تسهیل انتقال آهن بیان شد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت کاربرد اسیدفولویک توانست در گل‌های آلسترومریا به‌طور موثر و مثبتی عمل کند و منجر به بهبود ویژگی‌های ریخت‌شناسی و جذب عناصر در مرحله قبل از برداشت شود. در بین غلظت‌های مختلف اسیدفولویک می‌توان بیان کرد که غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدفولویک در مرحله قبل از برداشت تاثیر بیشتری بر بهبود ویژگی‌های اندازه‌گیری شده داشت.

منابع

Abdel-Razzak, H.S., El-Sharkawy, G.A. (2013). Effect of bio-fertilizer and humic acid applications on growth, yield, quality and storability of two garlic (*Allium sativum* L.) Cultivars. *Asian Journal of Crop Science, 5*, 48-64. https://doi.org/10.3923/ajcs.2013.48.64.

Aminifard, M.H., Gholami, M., Bayat, H., Moradi Nezhad, F. (2020). The effect of fulvic acid and amino acid application on physiological characteristics, growth and yield of coriander (*Coriandrum sativum* L.) as a medicinal plant. *Journal of Agroecology, 12*(3), 373-383. (In Persian with English abstract).

Asree, H.J., Kareem, N.E., Khirallah, A.A. (2022). Effect of fulvic acid and chitosan in the growth of Roselle plants, *Hibiscus sabdarrifa* L. and their nutrient content. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, *20*(2), 373-383. https://doi.org/10.22124/cjes.2022.5579.

Chamani, E., Esmaeilpour, B., Poorbeirami Hir, Y., Maleki Lajayer, H., Saadati, A. (2012). Investigation the effects of thidiazouron and humic acid on postharvest life of cut *Alstroemeria aurantifolia* cv. Konyambe. *Journal of Horticultural Science, 26*(2), 147-152. (In Persian with English abstract).

Farzad, M.A. (2006). *Plants and Gardens.* Karang Press. 272p. (In Persian).

Ghasemi Ghahsareh, M., Kafi, M. (2009). *Floriculture*. Golbon Press. 123p. (In Persian).

Harper, S.M., Kerven, G.L., Edwards, D.G., Ostatek Boczyski, Z. (2000). Characterizyion on fulvic and humic acids from leaves of *Eucalyptus comaldulensis* and from decomposed hey. *Soil Biology and Biochemistry, 32*, 1331-1336. https://doi.org/10.1016/S0038-0717(00)00021-3.

Jokar, M., Hejazi-Mehrizi, M., Sarcheshmepoor, M., Farahmand, H. (2022). The effect of humic and fulvic acids on phytoremediation ability of copper and cadmium by ornamental castor bean. *Applied Soil Research, 10*(1), 1-14. (In Persian with English abstract).

Justi, M., Morais, E.G. & Silva, C.A. (2019). Fulvic acid in foliar spray is more effective than humic acid via soil in improving coffee seedlings growth. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 65, 1969–1983. https://doi.org/10.1080/03650340.2019.1584396.

Lukaszewska, A., Szydlik, M., Yeat, Ch.S. (2012). The effect of postharvest treatments on flower quality and vase life of cut Alstroemeria 'Dancing Queen'. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 20*(2), 147-160. https://doi.org/10.2478/v10290-012-0024-6.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.17]

Malekouti, A., Sharifan, A., Basiri, A. (2020). Effect of *Echinacea pupurea* essential oil on growth and *Aspergillus flavous* mycotoxin production. *Food Microbiology*, *1*(99), 62-70. (In Persian with English abstract).

Mirabzadeh, M., Jafari, A., Javanshah, A.A., Shirmardi, M. (2019).*The role of organic acid and calcium on increasing of pistachio yield in the saline soil*. The 11th Congress of Horticultural Sciences of Iran, Urmia University, Urmia, Iran. (In Persian with English abstract).

Mizukoshi, K., Nishiwaki, T., Ohtake, N., Minagawa, R., Kobayashi, K., Ikarashi, T., Ohayama, T. (1994). Determination of tungstate concentration in plant materials by HNO_3-$HClO_4$ digestion and colorimetric method using thiocyanate. *Plant Analysis and Methods*, *46*, 51-56.

Morard, P., Eyheraguibel, B., Morard, M., Silvestre, J. (2011). Direct effects of humic-like substances on growth, water and mineral nutrition of various species. *Journal of Plant Nutrition*, *34*, 46-59. https://doi.org/10.1080/01904167.2011.531358.

Naseri, M.T., Ebrahimi Geravi, M. (1997). *The Physiology of Flower Bulbs*. Jahad Daneshghahi of Mashhad Press. 352 p. (In Persian).

Nasiri, Z., Khalighi, A., Matlabi, E. (2015). The effect of humic acid, fulvic acid and kristalon on quantitative and qualitative characteristics of geranium. *International Journal of Biosciences*, *6*(5), 34-41.

Ohayama, T., Ito, M., Kobayashi, K., Araki, S., Yasuyoshi, S., Sasaki, O., Yamazaki, T., Sayoma, K., Tamemura, R., Izuno, Y., Ikarashi, T. (1991). Analytical procedures of N, P and K content in plant and manure materials using H_2SO_4-H_2O_2 Kjeldahl digestion Method. Bulletin of the Faculty of Agriculture, Niigata University. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, *43*, 111-120.

Picclo, l. (1996). *Humus and Soil Conservation*. In: A. Piccolo, editor. Humic substances in terrestrial Ecosystems, Amsterdam, Pp. 225-264.

Ryan, J., Estefan, G. & Rashid, A. (2001). *Soil and Plant Analysis: Laboratory Manual.* ICARDA, ALEPPO.

Sadeghi, A., Nasibi, F., Farahmand, H., Hosseni, F. (2017). Effect of hydrogen peroxide treatment on improvement of the postharvest quality of cut Alstroemeria cut flowers. *Iranian Journal of Horticultural Science*, *48*(1), 123-131. DOI: 10.22059/ijhs.2017.117424.709. (In Persian with English abstract).

Sarkar, F., Razavi, F., Amiri, M.E., Hassani, A. (2019). Impacts of preharvest sprays of fulvic acid on qualitative and antioxidant properties of sour cherry cv. Gysy. *Horticultural Plants Nutrition*, *2*(2), 91-104. (In Persian with English abstract).

Sharaf El-Din, M.N., Omaima M.N., Abd El-Kafie, O.M., EL-Bably, S.Z., Aboukamar, A.N. (2011). Effect of fulvic acid extract and chemical fertilization on *Pancritium maritimum*. *International Journal of Plant Production*, *2*(8), 1037-1045. https://doi.org/10.21608/jpp.2011.85635.

Yazdani, B., Nikbakht, A., Etemadi, N. (2014). Physiological effects of different combinations of humic and fulvic acid on gerbera. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, *45*(10), 1357-1368. https://doi.org/10.1080/00103624.2013.875200.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.17]

Flower and Ornamental Plants (2024), 9(1): 17-30
Research article

Effect of fulvic acid on some morphological characteristics and leaf elements of Alstroemeria (*Alstroemeria aurea* 'Orange Queen')

Fershteh Sahraie, Zohreh Jabbarzadeh*, Jafar Amiri

Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
z.jabbarzadeh@urmia.ac.ir
Received: 2023/09/05, Revised: 2023/11/13, Accepted: 2023/11/14

Abstract

Alstroemeria is considered one of the most important and popular ornamental cut flowers in the global flower and plant markets due to its beautiful flowers and wide variety of colors The purpose of this study was to investigate the effects of fulvic acid application on the morphological characteristics of Alstroemeria and to determine its appropriate concentration to improve growth and flowering characteristics as well as absorption of leaf elements. Alstroemeria (*Alstroemeria aurea* 'Orange Queen') was used for this research. The experiment was conducted based on a completely randomized design using fulvic acid at concentrations of 0, 50, 100, and 200 mg L^{-1} at intervals of two weeks for four months with three replications and each replication including two pots. The growth medium of the plants in the greenhouse was a mixture of perlite and cocopeat in a ratio of 1:3. During the period of growth and flowering of plants, a nutrient solution was used in the culture medium. It should be mentioned that in different stages of growth, the temperature of the greenhouse was 10-13/16-18ºC (day/night). At the end of the research, morphological indicators such as leaf number, leaf area, length of flowering stem, number of florets, length, and diameter of florets, and the amount of some elements such as nitrogen, phosphorus, potassium, iron, and zinc were measured. The results showed that the concentration of 100 mg L^{-1} of fulvic acid was able to create a significant difference in increasing the number and surface of leaves compared to the control and other concentrations of fulvic acid. Application of all concentrations of fulvic acid caused a significant increase in the number of florets compared to the control. In this study, the concentration of 100 mg L^{-1} of fulvic acid increased the flower diameter of Alstroemeria by 1.4 times compared to the control. The maximum floret length was observed in the concentration of 100 mg L^{-1} of fulvic acid and the lowest floret length was observed in the control. The concentration of 100 mg L^{-1} of fulvic acid could increase the length of the flowering stem by 1.6 times compared to the control. The lowest amount of phosphorus in Alstroemeria leaves was observed in the control and the highest amount of phosphorus was observed in the concentration of 100 mg/L mg L^{-1} mg L^{-1} of fulvic acid. In general, using fulvic acid had a positive effect on the measured characteristics. In this research, concentration of 100 mg L^{-1} of fulvic acid was more effective than the other concentrations.

Keywords: Alstroemeria, Flower diameter, Flowering stem, Humic substances, Leaf iron.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.17]