فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۱۳، شماره ۶۰، خرداد و تیرماه ۱۴۰۳ صفحه: ۱۰۷-۱۲۰
https://doi.org/10.22034/13.60.107

مقاله پژوهشی

اثر محلول‌پاشی اسید هیومیک و مرحله برداشت، بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی عروسک پشت‌پرده (*Physalis peruviana* L.)

زهرا ایزدی و مهتاب صالحی*
گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه بوعلی سینا، مجتمع آموزش عالی نهاوند (ویژه دختران)، همدان، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۱۲، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۱۰/۰۲)

چکیده
به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های رشدی و فیتوشیمیایی عروسک پشت‌پرده، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی نهاوند در سال ۱۴۰۰ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل محلول‌پاشی اسید هیومیک (صفر، ۳۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و مرحله برداشت (میوه سبز و میوه قرمز) بودند. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار وزن تر و خشک برگ در تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک و مرحله اول برداشت (میوه سبز) حاصل شد. بیشترین مقدار وزن تر میوه در تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک و در مرحله دوم برداشت (میوه قرمز) به دست آمد. همچنین بیشترین مقدار وزن خشک میوه و تعداد برگ با کاربرد بیشترین مقدار اسید هیومیک (۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر) در مرحله دوم برداشت به دست آمد که از نظر آماری با تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنی‌داری نداشت. بیشترین میزان اسکوپولامین برگ در تیمارهای ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک و مرحله اول برداشت و نیز تیمارهای ۳۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک و مرحله دوم برداشت به دست آمد. بالاترین مقدار اسکوپولامین میوه نیز در تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک و مرحله‌های اول و دوم برداشت حاصل شد. بالاترین میزان آتروپین در برگ، با کاربرد ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک و در میوه، با کاربرد اسید هیومیک به میزان ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایجاد شد. به منظور کاهش کاربرد کودهای شیمیایی، جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست و دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار، پیشنهاد می‌گردد در مطالعات مزرعه‌ای، از اسید هیومیک، به عنوان جایگزینِ کودهای شیمیایی استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: آتروپین، اسکوپولامین، اسید هیومیک، عروسک پشت‌پرده

مقدمه
عروسک پشت‌پرده (*Physalis peruviana* L.) گیاهی علفی و یکساله، از خانواده سیب‌زمینیان (Solanaceae) است که میوه‌های رسیده آن، جنبه خوراکی و دارویی دارد (Gao *et al.*, 2003). از این گیاه برای درمان بیماری‌هایی نظیر سنگ کلیه و مجاری ادراری، نقرس و هپاتیت استفاده می‌شود (امینی، ۱۳۸۶). این گیاه دارای خاصیت ضدباکتری، ضدتورم و دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی است (Yen *et al.*, 2010). از عصاره آن برای تسکین گوش‌درد، زردی و تب استفاده می‌شود (Shang *et al.*, 2011). بعلاوه، این گیاه در موارد مختلف باعث القای آپوپتوز می‌شود و فعالیت ضدسرطانی دارد (Yen *et al.*, 2010). این گیاه دارای آلکالوئیدهای تروپانی نظیر آتروپین،

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: mahtab.salehi@basu.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]

اسکوپولامین و فیزالین از سکواستروئیدها است (معلم و همکاران، ۱۳۹۷). آتروپین و اسکوپولامین در صنایع داروسازی سنتی، داروسازی و پزشکی نوین دارای کاربردها و موارد استفاده متعدد هستند (Tsialtas *et al.*, 2018). آلکالوئیدهای تروپانی، ترکیبات فیتوشیمیایی طبیعی هستند که در هفت خانواده مختلف گیاهی وجود دارند. این ترکیبات، متابولیت‌های ثانویه اصلی گیاهان خانواده سولاناسه هستند. آلکالوئیدهای اسکوپولامین، هیوسیامین و آتروپین جز مهم‌ترین آلکالوئیدهای تروپانی هستند که به عنوان داروهای ضدکولیک و اسپاسمولیتیکی در دستگاه گوارش و دفع ادرار مورد استفاده قرار گرفته‌اند (نوه‌سی و همکاران، ۱۳۹۸). امروزه با توجه به مشکلات زیست‌محیطی، استفاده از انواع اسید آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است. مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی به دلیل وجود ترکیبات هورمونی، اثرات قابل‌ملاحظه‌ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند (سبزواری و همکاران، ۱۳۸۸). بنابراین استفاده از اسید هیومیک به عنوان ماده‌ای با منشأ طبیعی، در جهت پایداری و افزایش تولید محصولات زراعی امیدبخش بوده (Sharif *et al.*, 2002) و از اثرات مخرب بر محیط‌زیست جلوگیری می‌کند (قربانی و همکاران، ۱۳۹۲). مواد هیومیکی، گروهی از ترکیبات آلی و طبیعی هستند که از تجزیه گیاهان، حیوانات و باقی‌مانده‌های میکروبی به وجود می‌آیند (Rose *et al.*, 2014). اسید هیومیک، یک ترکیب تجاری ناهمگن (با تعدادی ترکیبات با ویژگی‌های شیمیایی مشابه) است که نقش‌های مختلفی در رشد گیاهان دارد. این ترکیب دارای گروه‌های فعال در زنجیر کربن است (El-Mohamedy and Ahmed, 2009) و دارای تعدادی از عناصر است که اسید هیومیک باعث افزایش جذب عناصر غذایی، نفوذپذیری سلولی و سرعت بخشیدن به فرایندهای تنفس در بسیاری از گونه‌های گیاهان عالی می‌شود. همچنین جوانه‌زنی بسیاری از گونه‌های گیاهی به وسیله آن تحریک می‌شود (شاهسون مارکده و چمنی، ۱۳۹۳). اسید هیومیک می‌تواند به‌طور مستقیم اثرهای مثبتی بر رشد گیاه بگذارد به‌طوری‌که رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه توسط آن تحریک می‌شود. در تحقیقات مشخص شده است که اثرات اسید هیومیک بر روی ریشه، برجسته‌تر است، به‌طوری‌که حجم ریشه را افزایش داده و منجر به اثربخشی بهتر سیستم ریشه می‌گردد. جذب نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر را توسط گیاه افزایش می‌دهد (Balakumbahan and Rajamani, 2010). این ماده به صورت غیرمستقیم بر خصوصیات خاک از جمله تراکم، تهویه، نفوذپذیری، قابلیت نگهداری آب و انتقال و دسترسی به عناصر کم‌مصرف اثر دارد (Mora *et al.*, 2012). همچنین مواد معدنی می‌توانند به سطح نقاط تبادلی ترکیبات هیومیکی بچسبند و قابل استفاده گیاهان شوند (Mikkelsen, 2005). عوامل محیطی و شرایط کشت، به ویژه نوع و میزان کود، شرایط اقلیمی و یا نوع خاک آثار آشکاری بر رشد، عملکرد، کیفیت و ترکیبات شیمیایی گیاهان دارد (حسن‌زاده، ۱۳۸۶). کاربرد مواد هیومیکی در گیاهان، پتانسیل رشد را بهبود می‌بخشد اما میزان افزایش رشد در گیاهانِ مختلف، یکسان نیست و در مقایسه با کودهای غیرآلی، تاحدودی غیرقابل‌پیش‌بینی است. به‌طورکلی، متاآنالیز پاسخ گیاهان به کاربرد مواد هیومیکی، افزایش وزن خشک اندام هوایی و ریشه را به ترتیب ۲۲ و ۲۱ درصد نشان داده است (Rose *et al.*, 2014). بررسی کاربرد کود آلی و محلول‌پاشی اسید هیومیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه همیشه‌بهار نشان داد که کاربرد ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک سبب افزایش ارتفاع، عملکرد گل، تعداد گل در بوته، عملکرد دانه، عملکرد گلبرگ، وزن هزار دانه نسبت به شاهد شد (Abedini *et al.*, 2015). مطالعات نشان داده کاربرد اسید هیومیک روی توتون و گیاهان آلکالوئیددار موجب زیاد شدن میزان آلکالوئید در برگ‌ها می‌گردد (Muscolo *et al.*, 2013).

یکی از مهمترین نیازها جهت حصول عملکرد بالا و با کیفیت به خصوص در مورد گیاهان، ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه گیاه است. بنابراین، با تغذیه صحیح گیاه و حاصلخیزی خاک می‌توان ضمن حفظ محیط‌زیست، در جهت افزایش محصولِ با کیفیت حرکت کرد. با توجه به مصرف

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک گلخانه

رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	بافت خاک	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	pH گل اشباع	کربنات کلسیم معادل (٪)	نیتروژن قابل‌جذب (٪)	فسفر قابل‌جذب (ppm)	پتاسیم قابل‌جذب (ppm)	کربن آلی (٪)
۱۹	۴۸	۳۳	لومی	۰/۷	۷/۴	۳۰/۱	۰/۱۴	۵۵/۸	۲۱۰	۱/۷

بی‌رویه کودهای شیمیایی و نیز عدم وجود اطلاعات مستند و جامع در خصوص واکنش‌های رشدی گیاه عروسک پشت‌پرده نسبت به مصرف اسید هیومیک، این مطالعه با هدف ارزیابی اثر کودهای آلی بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی عروسک پشت‌پرده و در راستای گسترش کشاورزی پایدار اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر اسید هیومیک بر گیاه عروسک پشت‌پرده، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل شامل اسید هیومیک در سه سطح (شاهد، ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و مرحله زمان برداشت در دو سطح (مرحله میوه سبز و مرحله میوه قرمز) در گلخانه مجتمع آموزش عالی نهاوند با سه تکرار در پاییز ۱۴۰۰ انجام شد. نشاءهای سه‌ماهه گیاه عروسک پشت‌پرده، از شرکت کشت و صنعت جوانه گیاهی الوند همدان تهیه و در آذرماه در خاک گلخانه در کرت‌هایی با ابعاد هر کرت ۱/۵ متر × ۲/۵ متر و فاصله بین ردیف‌ها ۴۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی هر ردیف ۳۰ سانتی‌متر کشت شد (جدول ۱). میانگین بیشترین دمای گلخانه، ۲۵ درجه و کمترین دما، ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود. میزان روشنایی، ۱۲ ساعت و تاریکی، ۱۲ ساعت بود. محلول‌پاشی با اسید هیومیک Diamond Grow (مواد آلی ۵۰٪، پتاسیم ۱۲٪، کلسیم ۱٪، نیتروژن ۱٪، کربن کل ۳۶٪) در سه مرحله شامل چهار تا شش برگی در اسفندماه، مرحله گلدهی در اردیبهشت ماه و تشکیل میوه در اواخر خردادماه انجام شد. میوه‌ها در دو مرحله سبز و قرمز برداشت شدند. میوه‌های سبز در اواخر تیرماه و میوه‌های قرمز در شهریورماه ۱۴۰۰ برداشت شدند. برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک برگ و میوه، گیاهان به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس نمونه‌های مورد استفاده برای تعیین وزن خشک در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. وزن تر و خشک برگ و میوه، به وسیله ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد. تعداد برگ‌ها نیز شمارش گردید. برای اندازه‌گیری آلکالوئیدها (آتروپین و اسکوپولامین) اقدام به تهیه عصاره شد. بدین ترتیب که ۵۰ گرم ماده گیاهی خشک‌شده از اندام‌های مختلف گیاه عروسک پشت‌پرده، جهت عصاره‌گیری مورد استفاده قرار گرفت. با استفاده از دستگاه سوکسله، به مدت ۱۲ ساعت هم عصاره آبی و هم عصاره اتانولی به‌طور جداگانه تهیه شد. سپس جهت جداسازی حلال آلی و آبی از عصاره‌ها، از دستگاه روتاری در خلأ استفاده شد. برای استخراج آلکالوئیدها مقدار ۰/۵ گرم ماده گیاهی خشک پودرشده با ۱۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۰/۲ مولار تکان داده شد و به مدت یک ساعت به حال خود رها شد. پس از گذراندن از صافی، محلول با افزایش یک میلی‌لیتر محلول NH_3 غلیظ قلیایی و در ۱۵ میلی‌لیتر اتر استخراج شد. هر مرحله برای اطمینان از استخراج کامل، سه بار تکرار شد. محلول استاندارد اسکوپولامین و آتروپین (۰/۰۱ گرم) در ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول آماده شد (Kamada *et al.*, 1986). تشخیص کمّی آلکالوئیدهای تروپان اصلی شامل آتروپین و اسکوپولامین به وسیله دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) در آزمایشگاه مرکز نوآوری پارک علم و فناوری همدان انجام شد (Ashtiani and Sefidkon, 2001; Masrournia *et al.*, 2011). تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون آماری حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اسید هیومیک بر صفات وزن تر و خشک برگ و میوه، تعداد برگ، ارتفاع بوته، وزن بوته، میزان اسکوپولامین و آتروپین برگ و میوه، بسیار معنی‌دار بود. همچنین اثر مرحله برداشت بر صفات وزن تر برگ، اسکوپولامین و آتروپین برگ در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار و بر سایر صفات در سطح احتمال یک درصد، بسیار معنی‌دار بود. برهمکنش اسید هیومیک و مرحله برداشت نیز بر روی وزن تر برگ، وزن خشک میوه، اسکوپولامین برگ و میوه و آتروپین میوه در سطح احتمال پنج درصد و بر سایر صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲ و ۳).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن تر برگ (۲/۸۴ گرم) با کاربرد ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک و در مرحله اول برداشت (میوه سبز) به دست آمد و کمترین مقدار آن (۱/۱۴ گرم) در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۱). در مورد صفت وزن خشک برگ نیز بیشترین مقدار (۱/۴۲ گرم)، به تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک در مرحله اول برداشت تعلق داشت (شکل ۲).

بیشترین مقدار وزن تر میوه (۲/۴۴ گرم) در تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک و مرحله دوم برداشت (میوه‌های قرمز) و کمترین مقدار آن (۰/۵۳ گرم) در تیمار شاهد در مرحله اول برداشت مشاهده شد (شکل ۳). در مورد وزن خشک میوه نیز بیشترین مقدار (۱/۲۲ گرم) با کاربرد ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک در مرحله دوم برداشت به دست آمد که از نظر آماری با تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم اسید هیومیک تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۴). در مرحله اول برداشت، هیچ تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف اسید هیومیک از لحاظ وزن تر و خشک میوه مشاهده نشد (شکل‌های ۳ و ۴). براساس نتایج به دست آمده، طولانی‌شدن زمان برداشت در مرحله دوم، در افزایش وزن تر و خشک تأثیر بسزایی داشته است. اسید هیومیک از طریق بهبود جذب عناصر غذایی همچون پتاسیم، فسفر، روی، مس و منیزیم، سبب افزایش زیست‌توده ریشه و اندام هوایی می‌شود (رشیدی و همکاران، ۱۳۹۸؛ Asik *et al.*, 2009). نتایج بررسی اثر اسید هیومیک بر فلفل نشان داد که وزن تر و خشک بوته با کاربرد اسید هیومیک، افزایش می‌یابد (Gulser *et al.*, 2010). بررسی کاربرد کود آلی و محلول‌پاشی اسید هیومیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه همیشه‌بهار نشان داد که کاربرد ۵۰۰ گرم در لیتر اسید هیومیک، سبب افزایش ارتفاع، عملکرد تازه گل، تعداد گل در بوته، عملکرد دانه، عملکرد گلبرگ، وزن هزار دانه نسبت به شاهد شد (Abedini *et al.*, 2015).

در مرحله دوم برداشت، افزایش غلظت اسید هیومیک توانست موجب بهبود وزن تر میوه شود. اسید هیومیک، با در اختیار قرار دادن عناصر غذایی مفید مانند فسفر و پتاسیم در نمو گیاه دخالت دارد. این ماده آلی به خاطر اسیدی بودن، در جذب عناصر میکرو از خاک و در اختیارگذاری این عناصر برای گیاه نقش دارد. عناصر میکرو باعث بهبود وضعیت متابولیسم گیاه شده و تولید میوه در بوته را تحریک می‌کنند. در آزمایش به عمل آمده بر روی گیاه آووکادو (*Persea americana* L.)، کاربرد اسید هیومیک باعث افزایش تولید میوه شد (Rengrudkij and Partida, 2003). اثر یک ترکیب هیومیکی بر روی گیاه توت‌فرنگی (*Fragaria vesca* L.) باعث تأثیرات قابل‌توجهی در افزایش تعداد میوه در بوته شد (Norman *et al.*, 2006). همچنین در مطالعه‌ای دیگر، کاربرد برگی اسید هیومیک، عملکرد میوه هندوانه را افزایش داد (Salman *et al.*, 2005).

بیشترین تعداد برگ (۴۳/۳۳ برگ) در تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک به دست آمد که از نظر آماری با تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۵). کمترین تعداد برگ (۱۳/۳۳ برگ) در تیمار شاهد در مرحله اول برداشت تولید شد که از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری با تیمارهای ۳۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک در همین مرحله نداشت (شکل ۵). مصرف غلظت‌های مختلف اسید هیومیک روی گیاه بامیه (*Hibiscus esculentus*) باعث افزایش تعداد برگ در بوته گردید (Paksoy *et al.*, 2010). در مطالعه نظری‌دلجو و الهویردی‌زاده (۱۳۹۳) نیز بر توانایی اسید هیومیک در افزایش تعداد برگ در گیاهان تأکید شده است که

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر اسید هیومیک و مرحله برداشت بر برخی صفات مورفولوژیکی عروسک پشت‌پرده

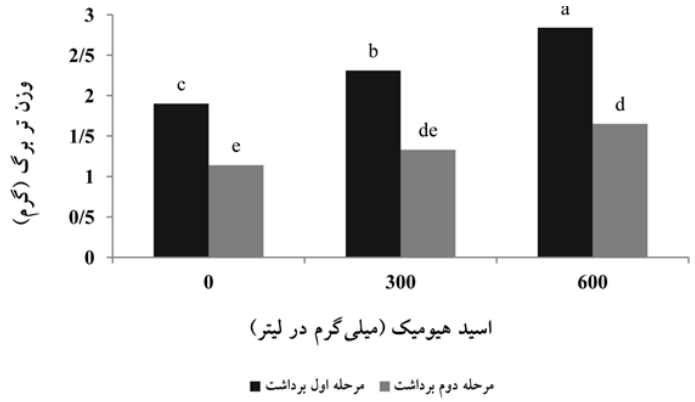
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		وزن تر برگ	وزن خشک برگ	وزن تر میوه	وزن خشک میوه	تعداد برگ	وزن بوته	ارتفاع بوته
اسید هیومیک (A)	۲	۱۷/۵۷**	۹/۱۱**	۱۱/۴۶**	۷/۲۱**	۶۱/۱۸**	۱۳۸/۶۳**	۱۰۱/۳۸**
مرحله برداشت (B)	۱	۱۴/۲۵*	۵/۳۲**	۳/۵۵**	۴/۱۳**	۳۱/۸۲**	۱۱۲/۵۷**	۲۴/۶۲**
(B) × (A)	۲	۷/۸۴*	۴/۹۷۴**	۲/۷۴**	۱/۸۷*	۱۴/۴۹**	۲۲/۸۸**	۱۸/۲۵**
خطا	۱۲	۰/۹۷۰	۰/۳۱۲	۰/۵۶۹	۰/۷۰۷	۱/۲۴۹	۲/۹۷۰	۱/۶۹۲
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۳/۰۳	۸/۴۴	۵/۹۲	۱۱/۶۸	۱۲/۰۸	۱۸/۱۲	۱۹/۷۵

***، ** و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌داری**

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر اسید هیومیک و مرحله برداشت بر برخی صفات فیتوشیمیایی عروسک پشت‌پرده

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		اسکوپولامین برگ	اسکوپولامین میوه	آتروپین برگ	آتروپین میوه
اسید هیومیک (A)	۲	۰/۸۳۱**	۰/۹۸۷**	۰/۴۷۸**	۰/۶۱۲**
مرحله برداشت (B)	۱	۰/۲۶۲*	۰/۳۲۱**	۰/۱۸۷*	۰/۳۲۴**
(B) × (A)	۲	۰/۳۴۷*	۰/۱۴۷*	۰/۳۲۵**	۰/۱۲۵*
خطا	۱۲	۰/۶۰۱	۰/۸۹۲	۰/۱۴۷	۰/۸۹۲
ضریب تغییرات (٪)	-	۲۰/۶۷	۱۴/۱۹	۱۹/۹۷	۱۰/۲۴

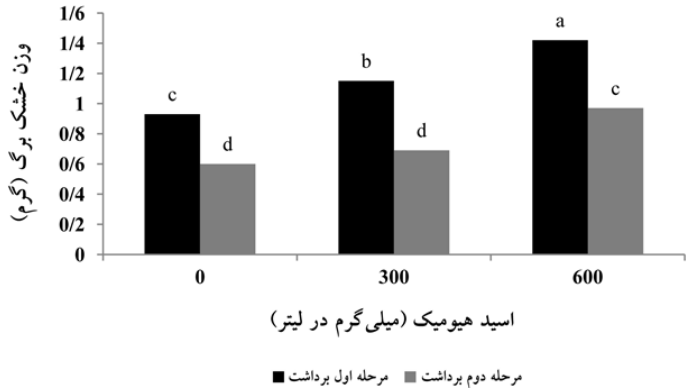
***، ** و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌داری**



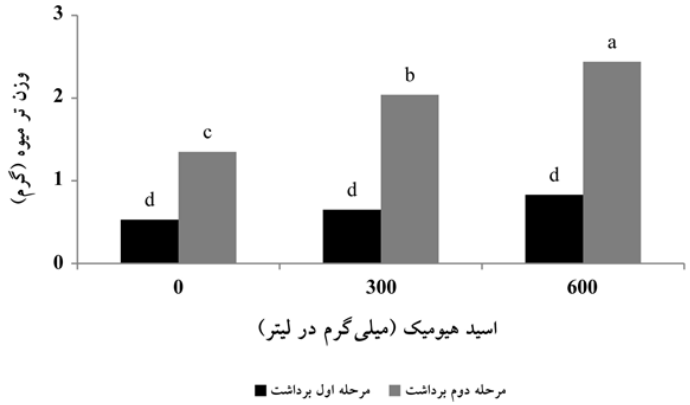
شکل ۱- مقایسه میانگین برهمکنش اسید هیومیک و مرحله برداشت بر وزن تر برگ. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.

با یافته‌های این تحقیق همخوانی دارد. همچنین در مطالعه دیگری مشخص گردید که افزایش تعداد برگ می‌تواند ناشی از اثر مثبت مواد معدنی و فعالیت شبه‌هورمونی اسید هیومیک بر رشد و جذب عناصر غذایی بوته‌های کاهو باشد که با افزایش

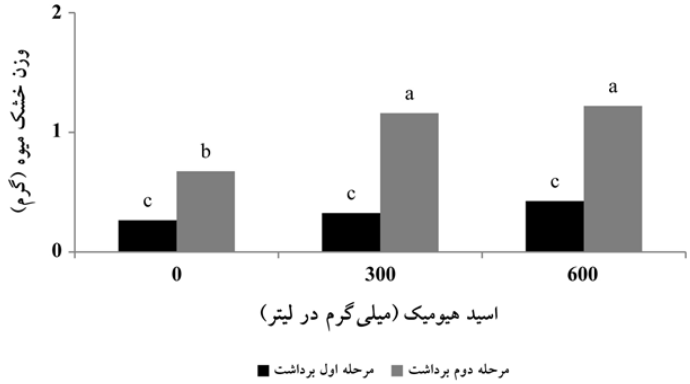
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]



شکل ۲- مقایسه میانگین برهمکنش اسید هیومیک و مرحله برداشت بر وزن خشک برگ. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.



شکل ۳- مقایسه میانگین برهمکنش اسید هیومیک و مرحله برداشت بر وزن تر میوه. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.

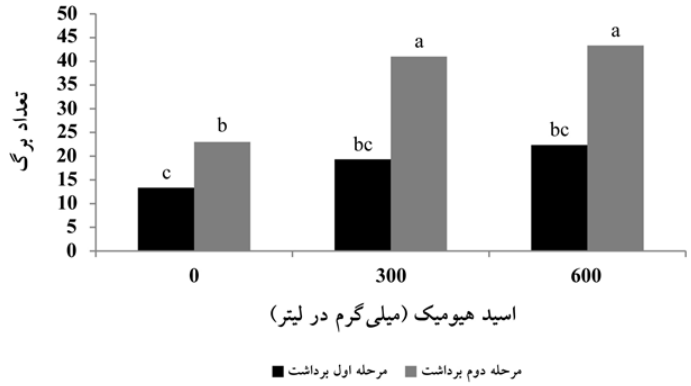


شکل ۴- مقایسه میانگین برهمکنش اسید هیومیک و مرحله برداشت بر وزن خشک میوه. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.

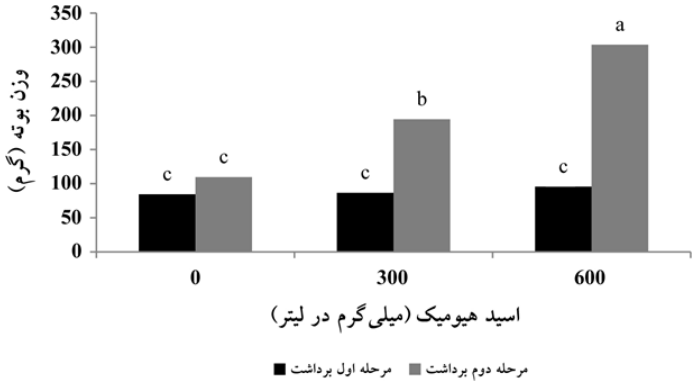
تعداد برگ در اثر محلول‌پاشی اسید هیومیک مطابقت دارد (کمری شاهملکی و همکاران، ۱۳۸۹). El-Nemr و همکاران (۲۰۱۲) و Kandil و همکاران (۲۰۱۳) نیز روی گیاهان مختلف به نتایج مشابهی دست یافتند (El-Nemr *et al.*, 2012; Kandil *et al.*, 2013).

بیشترین وزن بوته (۳۰۳/۶۶ گرم) در تیمار اسید هیومیک

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]



شکل ۵- مقایسه میانگین برهمکنش اسید هیومیک و مرحله برداشت بر تعداد برگ. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.

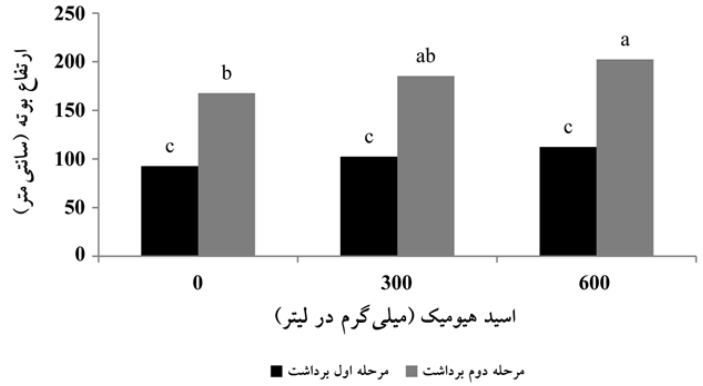


شکل ۶ - مقایسه میانگین برهمکنش اسید هیومیک و مرحله برداشت بر وزن بوته. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.

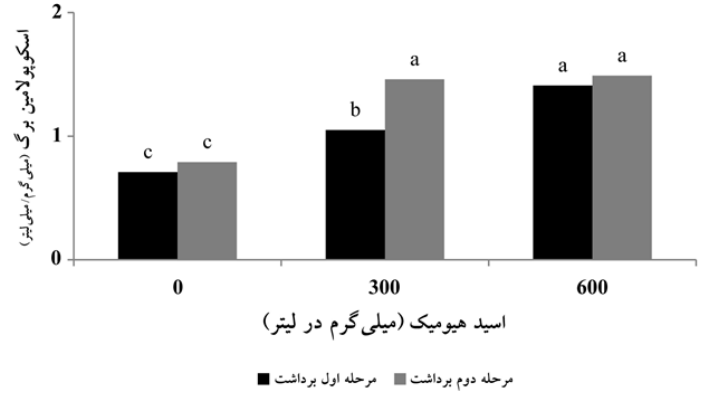
۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر و در مرحله دوم برداشت به دست آمد (شکل ۶). وزن بوته در مرحله اول برداشت، تحت تأثیر غلظت اسید هیومیک قرار نگرفت. اما طولانی‌شدن زمان برداشت در مرحله دوم، در افزایش وزن بوته مؤثر بود. مواد هیومیک، مخلوطی ناهمگن از مواد آلی در اثر تجزیه بقایای گیاهی و حیوانی و حاوی عناصر مغذی هستند که مواد غذایی خاک را بهبود می‌بخشند و قابلیت دسترسی مواد غذایی و درنتیجه رشد و عملکرد گیاه را افزایش می‌دهند (Pilanal and Kaplan, 2003). براساس گزارش Hosseini Farahi و همکاران (۲۰۱۳) کاربرد اسید هیومیک منجر به افزایش عملکرد توت‌فرنگی شد (Hosseini Farahi *et al.*, 2013). در مطالعه‌ای دیگر، نقش اسید هیومیک بر افزایش وزن بوته مشخص شده است (Shirzad *et al.*, 2012). محققان اظهار کردند که اسید هیومیک، قابلیت نفوذپذیری سلول را افزایش می‌دهد و در نتیجه، ورود سریع مواد معدنی را به سلول‌های برگ میسر می‌سازد و از این طریق منجر به جذب بالاتر مواد غذایی شده و باعث افزایش عملکرد گیاه می‌شود (Ehsan *et al.*, 2014). اسید هیومیک سبب افزایش خلل‌وفرج خاک و درنتیجه، بهبود تهویه خاک، تنفس ریشه، نفوذ ریشه در خاک و تقویت سیستم ریشه شده و از این طریق، باعث افزایش در رشد رویشی گیاه می‌شود (Sarhan *et al.*, 2011).

بیشترین ارتفاع بوته در تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک و مرحله دوم برداشت به دست آمد (شکل ۷). اسید هیومیک به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد، موجب افزایش و تقویت هورمون‌های اکسین، جیبرلین و سایتوکنین می‌شود که با افزایش این هورمون‌ها، طول ساقه و ارتفاع بوته افزایش یافته

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]



شکل ۷- مقایسه میانگین برهمکنش اسید هیومیک و مرحله برداشت بر ارتفاع بوته. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.



شکل ۸- مقایسه میانگین برهمکنش اسید هیومیک و مرحله برداشت بر اسکوپولامین برگ. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.

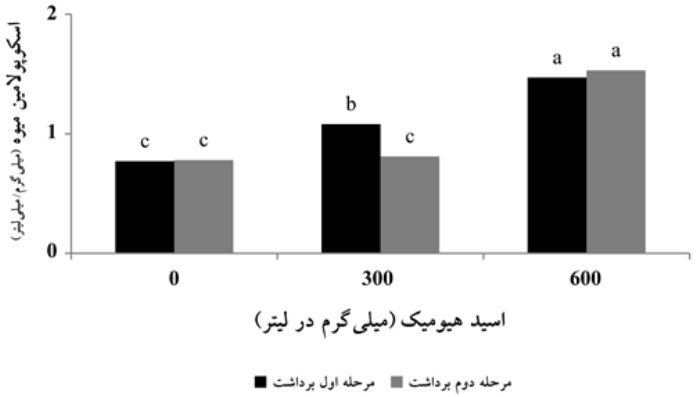
و رشد گیاه را بهبود می‌بخشد (Calvo *et al.*, 2014). محلول‌پاشی اسید هیومیک باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع ساقه گیاهان فلفل و بادمجان گردید (Padem *et al.*, 1999). محققان بیان کردند که اسید هیومیک با تأثیر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و همچنین با قدرت کلات‌کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی، سبب افزایش ارتفاع گیاه می‌گردد (Ayas and Gulser, 2005).

بیشترین میزان اسکوپولامین برگ (۱/۴۹) در تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک و در مرحله دوم برداشت (میوه قرمز) به دست آمد که از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری با تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر در این مرحله نداشت. همچنین از نظر آماری، با تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مرحله اول برداشت نیز یکسان بود (شکل ۸).

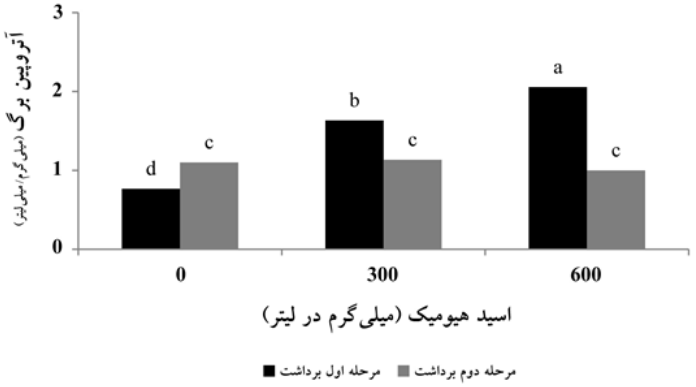
بیشترین میزان اسکوپولامین میوه (۱/۵۳) در تیمار اسید هیومیک ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مرحله دوم برداشت (میوه قرمز) به دست آمد که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با مرحله اول برداشت (میوه سبز) نداشت (شکل ۹).

بیشترین میزان آتروپین برگ در تیمار اسید هیومیک ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مرحله اول برداشت (میوه سبز) تولید شد (شکل ۱۰). بیشترین میزان آتروپین میوه در تیمار اسید هیومیک ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مرحله اول برداشت تولید شد (شکل ۱۱). نتایج نشان داد که میزان آتروپین در برگ و میوه بیشتر از اسکوپولامین است. این موضوع در گزارش کریمی و همکاران (۱۳۸۸) نیز که روی میزان آلکالوئیدهای گیاه شاه‌بیزک از تیره سیب‌زمینی مطالعه کرده‌اند، تأکید شده است (کریمی و همکاران، ۱۳۸۸). عوامل تغذیه‌ای از جمله

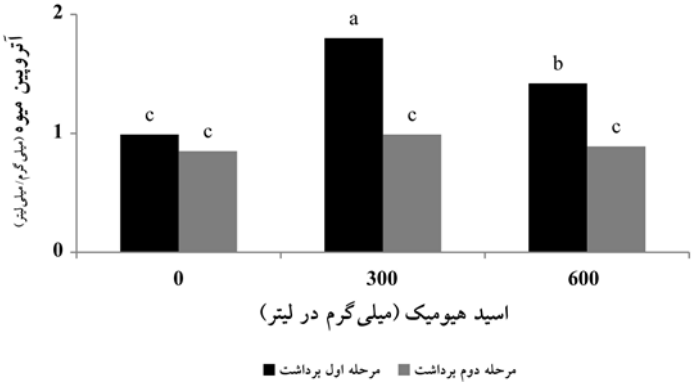
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]



شکل ۹- مقایسه میانگین برهمکنش اسید هیومیک و مرحله برداشت بر اسکوپولامین میوه. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.



شکل ۱۰- مقایسه میانگین برهمکنش اسید هیومیک و مرحله برداشت بر آتروپین برگ. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.



شکل ۱۱ - مقایسه میانگین برهمکنش اسید هیومیک و مرحله برداشت بر آتروپین میوه. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.

نیتروژن، شاخص مهمی هستند که تولید آلکالوئیدها را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Berlin *et al.*, 1985). از آنجا که آلکالوئیدها، ترکیبات نیتروژن‌دار هستند، پیش‌بینی شده است که استفاده از نیتروژن، نقش مهمی در بیوسنتز و تجمع آلکالوئیدها دارد (Waller and Nowacki, 1979).

آلکالوئیدها گروهی از متابولیت‌های ثانویه هستند که با

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]

هدف افزایش مقاومت گیاهان به پاتوژن‌ها و دفع آفات و گیاهخواران در انواع گونه‌های مختلف جنس داتوره یا تاتوره، تاج‌ریزی، عروسک پشت‌پرده و ... تولید می‌شوند. این ترکیبات، خصوصیات هالوسینوژنیک (توهم‌زا) داشته و بر سیستم عصبی مرکزی مؤثرند. تعدادی از آنها مثل آلکالوئیدهای تروپان شامل هیوسیامین، آتروپین و اسکوپولامین عمدتاً در گیاهان تیره سیب‌زمینی یا تاج‌ریزی یافت می‌شوند. به دلیل وظایف تدافعی در برابر عوامل بیماری‌زا و آفات، نقش مهمی در افزایش سازگاری و در نهایت بقای این گیاهان دارند (Alves *et al.*, 2007; Tsialtas *et al.*, 2018). به‌طورکلی میزان و نوع آلکالوئید موجود در گیاهان دارویی تحت تأثیر عوامل داخلی گیاه از جمله عوامل فیزیولوژیکی و ژنتیکی مانند مرحله فنولوژیکی یا نمو گیاه، اکوتیپ، ژنوتیپ و ...، عوامل محیطی شامل آب و هوایی، خاکی، تنش‌های محیطی غیرزنده و زنده و برهمکنش عوامل محیطی و وراثتی هستند (Moghaddam *et al.*, 2018; Torki-Harchegani *et al.*, 2018).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که استفاده از اسید هیومیک به صورت محلول‌پاشی می‌تواند اثرات مثبتی بر صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی گیاه عروسک پشت‌پرده داشته باشد. کاربرد اسید هیومیک به میزان ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش صفات رویشی و زایشی در این گیاه شد. در خصوص آلکالوئیدهای اسکوپولامین و آتروپین نیز، بیشترین میزان اسکوپولامین برگ و میوه و آتروپین برگ، در تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک به دست آمد. اما در مورد آتروپین میوه، بیشترین میزان در تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک حاصل شد. بنابراین به نظر می‌رسد با کاربرد اسید هیومیک، می‌توان به افزایش عملکرد در گیاه عروسک پشت‌پرده دست یافت. به‌طورکلی کاربرد کود آلی اسید هیومیک می‌تواند باعث کاهش مصرف کودهای شیمیایی، کاهش آلودگی محیط‌زیست و افزایش عملکرد و تحقق کشاورزی پایدار شود.

منابع

امینی، امیر (۱۳۸۶). فرهنگ گیاهان دارویی: کردی ـ فارسی ـ انگلیسی ـ عربی. چاپ دهم، آرام‌گستر، تهران.

حسن‌زاده، الناز (۱۳۸۶). تأثیر انواع کودهای بیولوژیک حاوی باکتری‌های تسهیل‌کننده جذب فسفر بر مقادیر مصرف کود فسفر و عملکرد و اجزای عملکرد جو. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران.

رشیدی، ناصر، معزی، عبدالامیر، و راهنما، افراسیاب (۱۳۹۸). تأثیر هیومیک اسید بر ویژگی‌های رویشی، جذب فسفر و پتاسیم و رنگدانه‌های فتوسنتزی دانهال‌های پسته تحت تنش خشکی. *فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات کاربردی خاک*، ۷(۳)، ۱۳۴-۱۴۹. https://asr.urmia.ac.ir/article_120753_8286ca4c1944d4176fecca43b9ac93b9.pdf

سبزواری، سمیرا، خزاعی، حمیدرضا، و کافی، محمد (۱۳۸۸). اثر اسید هیومیک بر رشد ریشه و بخش هوایی ارقام سایونز و سبلان گندم (*Triticum aestivum* L.). *مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۲۳(۲)، ۸۷-۹۴. https://doi.org/10.22067/jsw.v0i0.1731

شاهسون مارکده، محسن، و چمنی، اسماعیل (۱۳۹۳). تأثیر غلظت و زمان‌های مختلف کاربرد اسید هیومیک بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل بریده شب‌بو "رقم Hanza". *روابط خاک و گیاه (علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای)*، ۵(۳)، ۱۵۷-۱۷۱. http://dorl.net/dor/20.1001.1.20089082.1393.5.3.13.9

عسگری، مهدی، حبیبی، داوود، و نادری بروجردی، غلامرضا (۱۳۹۰). بررسی کاربرد ورمی‌کمپوست، باکتری‌های محرک رشد و اسید هومیک بر شاخص‌های رشد نعنا فلفلی (*Mentha piperita* L.) در استان مرکزی. *زراعت و اصلاح نباتات ایران*، ۷(۴)، ۴۱-۵۴.

قربانی، صادق، خزاعی، حمیدرضا، کافی، محمد، بنایان اول، محمد، و صادقی شعاع، مهدی (۱۳۹۲). تأثیر محلول‌پاشی سطوح مختلف

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]

اسید هیومیک بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشدی ذرت. *مجله پژوهش‌های به‌زراعی*، ۵(۴)، ۳۲۵-۳۳۷.

کریمی، فرح، امینی‌اشکوری، طیبه، و زینالی، امینه (۱۳۸۸). تغییرات محتوای آلکالوئید تام، آتروپین و اسکوپولامین در برگ گیاه شاه‌بیزک (*Atropa belladonna* L.) از رویشگاه واز ـ شمال ایران، در ارتباط با برخی عوامل فنولوژیکی و محیطی. *مجله زیست‌شناسی گیاهی ایران*، ۱(۲-۱)، ۷۷-۸۸. https://dorl.net/dor/20.1001.1.20088264.1388.1.1.8.8

کمری شاهملکی، سهیلا، پیوست، غلامعلی، و الفتی، جمال‌علی (۱۳۸۹). تأثیر اسید هیومیک بر خصوصیات رویشی و جذب عناصر غذایی کاهو در سیستم لایه نازک محلول غذایی. *نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۲۴(۲)، ۱۴۹-۱۵۳. https://doi.org/10.22067/jhorts4.v1389i2.7988

معلم، الهام، قاسمی، پیربلوطی، عبدالله، مهرگان، ایرج، نژادستاری، طاهر، و ایرانبخش، علیرضا (۱۳۹۷). بررسی تنوع آلکالوئیدها در اندام‌های مختلف گیاه *Physalis divaricata* D.Don، شهرکرد. *فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی*، ۶(۱)، ۷۵-۸۵. https://dorl.net/dor/20.1001.1.23223235.1397.6.1.8.4

نظری دلجو، محمدجواد، و الهویردی‌زاده، ندا (۱۳۹۳). بهبود خصوصیات رشد و نموی، عملکرد و کیفیت پس از برداشت گل همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* Cv. Chrysantha) تحت تأثیر محلول‌پاشی اسید هیومیک. *نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۲۸(۲)، ۲۶۰-۲۶۸. https://doi.org/10.22067/jhorts4.v0i0.20886

نوه‌سی، فاطمه، نقدی‌بادی، حسنعلی، مهرآفرین، علی، رضازاده، شمسعلی، مصطفوی، سیدحمید، و قربانپور، منصور (۱۳۹۸). مروری جامع بر آلکالوئیدهای ارزشمند تروپانی: اسکوپلامین، آتروپین و هیوسیامین. *فصلنامه گیاهان دارویی*، ۱۸(۲)، ۲۱-۴۵. http://dorl.net/dor/20.1001.1.2717204.2019.18.70.4.7

Abedini, T., Moradi, P., & Hani, A. (2015). Effect of organic fertilizer and foliar application of humic acid on some quantitative and qualitative yield of Pot marigold. *Journal of Novel Applied Sciences*, *4*(10), 1100-1103. https://www.blue-ap.com/J/List/8/iss/volume%2004%20(2015)/issue%2010/13.pdf

Alves, M. N., Sartoratto, A., & Trigo, J. R. (2007). Scopolamine in *Brugmansia suaveolens* (Solanaceae): Defense, allocation, costs, and induced response. *Journal of Chemical Ecology*, *33*(2), 297-309. https://doi.org/10.1007/s10886-006-9214-9

Ashtiani, F. & Sefidkon, F. (2001). Tropane alkaloids of *Atropa belladonna* L. and *Atropa acuminata* Royle ex Miers plants. *Journal of Medicinal Plants Research*, *5*(29), 6515-6522. doi:10.5897/JMPR11.482

Asik, B. B., Turan, M. A., Celik, H., & Katkat, A. V. (2009). Effects of humic substances on plant growth and mineral nutrients uptake of wheat (*Triticum durum* cv. Salihli) under conditions of salinity. *Asian Journal of Crop Science*, *1*(2), 87-95. https://doi.org/10.3923/ajcs.2009.87.95

Ayas, H. & Gulser, F. (2005). The effects of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach (*Spinacia oleracea* var. Spinoza). *Journal of Biological Sciences*, *5*(6), 801-804. https://doi.org/10.3923/jbs.2005.801.804

Balakumbahan, R. & Rajamani, K. (2010). Effect of bio stimulants on growth and yield of Senna (*Cassia angustifolia* var. KKM.1). *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants*, *2*(1), 16-18. https://idosi.org/jhsop/2(1)10/3.pdf

Berlin, J., Beier, H., Fecker, L., Noe, W., Sasse, F., Schiel, O., & Wray, V. (1985). Conventional and new approaches to increase the alkaloid production of plant cell cultures. In: Primary and Secondary Metabolism of Plant Cell Cultures. (eds. Neumann, K. H., Barz, W. and Reinhard, E.) Pp. 272-280. Springer, Berlin. https://doi.org/10.1007/978-3-642-70717-9_26

Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, *383*, 3-41. https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8

Ehsan, S., Javed, S., Saleem, I., Habib, F., & Majeed, T. (2014). Effect of humic acid foliar spraying and nitrogen fertilizers management on wheat yield. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, *4*(4), 28-33. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:138559299

El-Mohamedy, R. S. R. & Ahmed, M. A. (2009). Effect of biofertilizers and humic acid on control of dry root rots disease and improvement yield quality of Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, *5*, 127-137. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:81967581

El-Nemr, M. A., El-Desuki, M., El-Bassiony, A. M., & Fawzy, Z. F. (2012). Response of growth and yield of cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) to different foliar applications of humic acid and bio-stimulators. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, *6*(3), 630-637. https://www.ajbasweb.com/old/ajbas/2012/March/630-637.pdf

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]

Gao, Y., Ma, Y., Li, M., Cheng, T., Li, S. W., Zhang, J., & Xia, N. S. (2003). Oral immunization of animals with transgenic cherry tomatillo expressing HBsAg. *World Journal of Gastroenterology*, *9*(5), 996-1002. http://dx.doi.org/10.3748/wjg.v9.i5.996

Gulser, F., Sonmez, F., & Boysan, S. (2010). Effects of calcium nitrate and humic acid on pepper seedling growth under saline condition. *Journal of Environmental Biology*, *31*(5), 873-876. file:///C:/Users/Caspian/Downloads/Gulseretal.2010_JEB-1.pdf

Hosseini Farahi, M., Aboutalebi, A., Eshghi, S., Dastyaran, M., & Yosefi, F. (2013). Foliar application of humic acid on quantitative and qualitative characteristics of 'Aromas' strawberry in soilless culture. *Agricultural Communications*, *1*(1), 13-16.

Kamada, H., Okamura, N., Satake, M., Harada, H., & Shimomura, K. (1986). Alkaloid production by hairy root cultures in *Atropa belladonna*. *Plant Cell Reports*, *5*(4), 239-242. https://doi.org/10.1007/bf00269811

Kandil, A. A., Sharief, A. E., & Fathalla, F. H. (2013). Onion yield as affected by foliar application with amino and humic acids under nitrogen fertilizer levels. *ESci Journal of Crop Production*, *2*(2), 62-72. file:///C:/Users/Caspian/Downloads/215-2010-1-PB-2.pdf

Masrournia, M., Es'haghi, Z., & Amini, M. (2011). Liquid chromatographic determination of scopolamine in hair with suspended drop liquid phase microextraction technique. *American Journal of Analytical Chemistry*, *2*(2), 235-242. http://dx.doi.org/10.4236/ajac.2011.22028

Mikkelsen, R. L. (2005). Humic materials for agriculture. *Better Crops With Plant Food*, *89*, 6-7.

Moghaddam, M., Ghasemi Pirbalouti, A., & Farhadi, N. (2018). Seasonal variation in *Juniperus polycarpos* var. turcomanica essential oil from northeast of Iran. *Journal of Essential Oil Research*, *30*(1), 225-231. http://dx.doi.org/10.1080/10412905.2018.1427637

Mora, V., Baigorri, R., Bacaicoa, E., Zamarreno, A. M., & Garcia-Mina, J. M. (2012). The humic acid-induced changes in the root concentration of nitric oxide, IAA and ethylene do not explain the changes in root architecture caused by humic acid in cucumber. *Environmental and Experimental Botany*, *76*, 24-32. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2011.10.001

Muscolo, A., Sidari, M., & Nardi, S. (2013). Humic substance: Relationship between structure and activity. Deeper information suggests univocal findings. *Journal of Geochemical Exploration*, *129*, 57-63. https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2012.10.012

Norman, Q., Clive, A., Edwards, A., Stephen, L., & Byrne, R. (2006). Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. *European Journal of Soil Biology*, *42*(1), S65-S69. http://dx.doi.org/10.1016/j.ejsobi.2006.06.004

Padem, H., Ocal, A., & Alan, R. (1999). Effect of humic acid added to foliar fertilizer on quality and nutrient content of eggplant and pepper seedlings. *Acta Horticulturae*, *491*, 241-246. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1999.491.35

Paksoy, M., Turkmen, O., & Dursun, A. (2010). Effects of potassium and humic acid on emergence, growth and nutrient contents of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) seedling under saline soil conditions. *African Journal of Biotechnology*, *9*(33), 5343-5346.

Pilanal, N. & Kaplan, M. (2003). Investigation of effects on nutrient uptake of humic acid applications of different forms to strawberry plant. *Journal of Plant Nutrition*, *26*(4), 835-843. http://dx.doi.org/10.1081/PLN-120018568

Rengrudkij, P. & Partida, G. J. (2003). The effects of humic acid and phosphoric acid on grafted hass avocado on Mexican seedling rootstocks. Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate).

Rose, M. T., Patti, A. F., Little, K. R., Brown, A. L., Jackson, W. R., & Cavagnaro, T. R. (2014). A meta-analysis and review of plant-growth response to humic substances: Practical implications for agriculture. In: Advances in Agronomy. (ed. Sparks, D. L.) Pp. 37-89. Department of Plant and Soil Sciences, University of Delaware, Newark, Delaware, USA.

Salman, S. R., Abou-hussein, S. D., Abdel-Mawgoud, A. M. R., & El-Nemr, M. A. (2005). Fruit yield and quality of watermelon as affected by hybrids and humic acid application. *Journal of Applied Sciences Research*, *1*(1), 51-58.

Sarhan, T. Z., Mohammad, G. H., & Teli, J. A. (2011). Effects of humic acid and bread yeast on growth and yield of eggplant (*Solanum melongena* L.). *Journal of Agricultural Science and Technology*, *1*, 1091-1096.

Shang, D., Zhang, L., Han, S., & Wang, G. (2011). Adjuvant effect of a novel water-soluble polysaccharide isolated from the stem of *Physalis alkekengi* L. var. franchetii (Mast.) Makino. *Journal of Medicinal Plants Research*, *5*(16), 3814-3818. https://doi.org/10.5897/JMPR.9000044

Sharif, M., Khattak, R. A., & Sarir, M. S. (2002). Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, *33*(19-20), 3567-3580. https://doi.org/10.1081/CSS-120015906

Shirzad, S., Arooie, H., Sharifzade, K., & Dalirimoghadam, R. (2012). Responses of productivity and quality of cucumber to application of the two bio-fertilizers (humic acid and nitroxin) in fall planting. *Agricultural Journal*, *7*(6), 401-404. http://dx.doi.org/10.3923/aj.2012.401.404

Torki-Harchegani, M., Ghasemi Pirbalouti, A., & Ghanbarian, D. (2018). Influence of microwave power on drying

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]

kinetic, chemical composition and antioxidant capacity of peppermint leaves. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, *21*(2), 430-439. http://dx.doi.org/10.1080/0972060X.2018.1444512

Tsialtas, J. T., Kostoglou, E., Lazari, D., & Eleftherohorinos, I. G. (2018). Annual *Datura* accessions as source of alkaloids, oil and protein under Mediterranean conditions. *Industrial Crops and Products*, *121*, 187-194. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.05.015

Waller, G. R. & Nowacki, E. K. (1979). Alkaloid Biology and Metabolism in Plants. Plenum Press, New York and London.

Yen, C. Y., Chiu, C. C., Chang, F. R., Chen, J. Y., Hwang, C. C., Hseu, Y. C., Yang, H. L., Lee, A. Y. L., Tsai, M. T., Guo, Z. L., Cheng, Y. S., Liu, Y. C., Lan, Y. H., Chang, Y. C., Ko, Y. C., Chang, H. W., & Wu, Y. C. (2010). 4β-Hydroxywithanolide E from *Physalis peruviana* (golden berry) inhibits growth of human lung cancer cells through DNA damage, apoptosis and G2/M arrest. *BMC Cancer 10*. https://doi.org/10.1186/1471-2407-10-46.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]

The effect of foliar application of humic acid and harvest stage on some morphological and phytochemical characteristics of *Physalis peruviana* L.

Zahra Izadi and Mahtab Salehi*

Horticultural Sciences and Engineering Department, Nahavand Higher Education Complex, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

(Received: 2023/11/03, Accepted: 2023/12/23)

Abstract

In order to investigate the effect of humic acid foliar application on some morphological and phytochemical characteristics of *Physalis peruviana* L., a factorial experiment was carried out under complete randomized design with three replications at the research greenhouse of Nahavand Higher Education Complex in 2021. Experimental treatments included humic acid foliar application (0, 300, 600 $mg.L^{-1}$) and harvesting stages (green fruit and red fruit). The results showed that the highest amount of fresh and dry weight of leaves created in the treatment of 600 $mg.L^{-1}$ humic acid and first stage of harvesting (green fruit). The highest amount of fruit fresh weight was obtained in the treatment of 600 $mg.L^{-1}$ of humic acid and in the second stage of harvesting (red fruit). Also, the highest amount of fruit dry weight and the number of leaves was obtained with the application of the highest amount of humic acid (600 $mg.L^{-1}$) in the second stage of harvesting, which had not statistically significant different with the treatment of 300 $mg.L^{-1}$ of humic acid. The highest amount of leaf scopolamine was obtained in the treatments of 600 $mg.L^{-1}$ of humic acid and the first stage of harvesting, as well as the treatments of 300 and 600 $mg.L^{-1}$ of humic acid and the second stage of harvesting. The highest amount of fruit scopolamine was obtained in the treatment of 600 $mg.L^{-1}$ of humic acid and the first and second stages of harvesting. The highest amount of atropine was created in the leaf with the application of 600 $mg.L^{-1}$ of humic acid and in the fruit with the application of 300 $mg.L^{-1}$ of humic acid. In order to reduce the use of chemical fertilizers, prevent environmental pollution and achieve sustainable agricultural goals, it is suggested to use humic acid as an alternative to chemical fertilizers in field studies.

Keywords: Atropine, Humic acid, *Physalis peruviana* L., Scopolamine

Corresponding author, Email: mahtab.salehi@basu.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-01]