نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص.۵۰-۳۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 32, No. 1, Spring 2018, P. 35-50
ISSN: 2008 - 4730

اثر اسیدهیومیک و اسیدفولویک بر برخی صفات مورفولوژیک گیاه شمعدانی (*Plargonium spp.*)

رسول عباس‌زاده فاروجی[۱]– محمود شور[۲*]– علی تهرانی‌فر[۳]– بهرام عابدی[۴]– نسیم صفری[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۰۱

چکیده

گیاهان زینتی امروزه علاوه بر رفع نیازهای روحی و روانی، از لحاظ اقتصادی نیز در بازارهای جهانی خودنمایی می‌کنند. تولید مطلوب محصولات کشاورزی نیازمند به خاک مناسب و عناصر غذایی کافی و قابل جذب برای گیاه است. مواد آلی نقش مهمی در بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و باروری خاک دارند. به منظور بررسی تاثیر مواد هیومیکی بر روی گیاه زینتی شمعدانی، آزمایشی در محل گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۴ انجام گرفت. تحقیق به صورت فاکتوریل ۴×۴ بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اول اسیدهیومیک و عامل دوم اسید فولویک هر در چهار سطح (۰، ۰/۲، ۰/۵و ۱) گرم بر لیتر بودند. صفات مورفولوژیک گیاه شامل تعداد برگ، تعداد گره، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع شاخه اصلی، ارتفاع گیاه، طول ریشه، سطح برگ، وزن‌تر اندام‌های هوایی، وزن تر ریشه، طول ریشه، حجم ریشه، حجم اندام هوایی وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی و نسبت اندام هوایی به ریشه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که کاربرد ترکیبی اسیدهیومیک و اسیدفولویک سبب بهبود اکثر صفات مورفولوژیک اندازه‌گیری شده گردید، به طوریکه بیشترین ارتفاع (۴۱/۷۵ سانتی‌متر)، وزن‌تر اندام هوایی (۹۴/۸۳ گرم)، وزن خشک اندام هوایی (۲۰/۷۱ گرم)، وزن تر ریشه (۱۶/۴۰ گرم)، سطح برگ (۶۰/۲۷ سانتی‌متر مربع)، طول ریشه (۴۵/۱۶ سانتی‌متر) و حجم ریشه (۱۵/۳۳ سانتی‌متر مکعب) در /تیمار ترکیبی اسیدهیومیک و اسیدفولویک حاصل شد. کمترین ارتفاع، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن تر ریشه، سطح برگ، طول ریشه، حجم ریشه به ترتیب ۲۰/۷۵ سانتی‌متر، ۳۶/۴۹ گرم، ۵/۷۸ گرم، ۴/۷۵ گرم، ۲۹/۶۰ سانتی‌متر مربع، ۲۵/۸۸ سانتی‌متر، ۴/۰۰ سانتی‌متر مکعب ثبت شد. همچنین تعداد برگ گیاه تحت تاثیر کاربرد اسیدهیومیک و اسیدفولیک قرار گرفت و کمترین تعداد برگ (۱۴/۱۶ عدد) در تیمار شاهد ثبت شد. به طور کلی کاربرد مواد هیومیکی (اسیدهیومیک و اسیدفولویک) سبب بهبود صفات رشدی گیاه شد، این درحالی است که تیمار ترکیبی این دو تاثیر مشهودتری نسبت به کاربرد جداگانه هر کود داشت.

واژه‌های کلیدی: سطح برگ، گیاهان زینتی، مواد آلی، وزن خشک

مقدمه

امروزه در جهان گیاهان زینتی علاوه بر تأمین نیازهای روحی و روانی، از نظر ارزش اقتصادی نیز در بازارهای جهانی میلیاردها دلار سود نصیب کشورهای تولیدکننده می‌کند که این مسئله باعث توجه بیشتر کشورها به این گیاهان می‌شود (۲۸). تولید مطلوب محصولات کشاورزی نیازمند به خاک مناسب و عناصر غذایی کافی و قابل جذب برای گیاه است (۸۲). از این رو سلامت خاک باعث افزایش عملکرد می‌شود (۵۰ و ۶۴). مواد آلی نقش مهمی در افزایش کیفیت (۲۴)، بهبود خصوصیات فیزیکی خاک (۴۴) و باروری خاک دارند (۲۰). باروری خاک به مقدار زیاد به محتوی موجود در مواد آلی (۸۲) و نیز کیفیت و کمیت و پویایی این مواد در خاک بستگی دارد (۴۴). برای تولید مطلوب محصولات نیازمند به خاک مناسب و مقادیر بهینه از عناصر غذایی قابل جذب برای گیاه است (۸۲). در خاک‌های مرغوب میزان مواد آلی در حدود ۲ درصد، در لایه‌های سطحی را تشکیل می‌دهد که نسبت به خاک ایران بسیار بالاتر است. همچنین سوزاندن بقایای گیاهی باعث کاهش روز افزون مواد آلی در خاک‌های ایران شده است. در ایران در سال‌های اخیر استفاده مازاد از کودهای شیمیایی باعث کاهش مواد آلی و نامتوازنی مواد غذایی و نیز تخریب ساختار فیزیکی در خاک شده که باعث ایجاد مشکلات زیست محیطی در پیرامون اطراف ما شده‌اند (۳۰ و ۶۴). استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی باعث خسارات زیست محیطی (۲۰، ۳۳، ۶۷ و ۷۸) به منابع آب و خاک (۲۲، ۶۷ و ۷۸) توسط نفوذ نیترات به آب‌های

۱، ۲، ۳، ۴ و ۵- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار، استاد، استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: Shoor@um.ac.ir
DOI: 10.22067/jhorts4.v31i3.57849

زیرزمینی و انباشت مواد سمی در خاک شده است (۶۷). خاک‌ها دارای سطوح حداقلی از مواد آلی به شکل هوموس و هیومیک هستند (۵۴)؛ که فقر این مواد آلی باعث کاهش حاصلخیزی خاک و تولیدات کشاورزی می‌شود (۷۹). فقر مواد آلی در برخی سیستم‌های کشاورزی (فشرده) نیز باعث تخریب ساختمان و فرسایش و متراکم شدن خاک می‌شود (۵۴). بهبود خصوصیات خاک به طور قابل‌ملاحظه‌ای تحت تأثیر میزان مواد آلی موجود در خاک قرار دارد که عمومی‌ترین روش احیاء آن، اضافه کردن مواد آلی به خاک است (۴۴). این مواد در خاک علاوه بر تأمین بخشی از مواد غذایی گیاه و انرژی موجودات خاکزی (باکتری، کرم‌های خاکی، قارچ‌ها) باعث بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک مانند بهبود تشکیل خاکدانه، ظرفیت نگهداری رطوبت، هدایت هیدرولیکی، وزن مخصوص ظاهری، درجه تراکم و مقاومت در برابر فرسایش آبی و بادی می‌شود (۴۴). اسیدهای آلی یکی از منابع مهم مواد آلی است (۳۰). یکی از فراوان‌ترین اشکال مواد آلی در طبیعت، ترکیبات هوموسی است (۲۴ و ۴۵) که در تمام محیط‌های آبی و خاکی یافت شده (۴۵) و نقش مهمی در تبادل کاتیونی، رهاسازی عناصر غذایی و ظرفیت بافری فسفر و ابقاء مولکول‌های آلی فلزی و سمی دارند. هوموس به طور مستقیم باعث افزایش جذب عناصر غذایی ماکرو مثل نیتروژن، فسفر، گوگرد و عناصر میکرو مثل آهن، روی، منگنز و مس می‌شود و با تحرک بخشی و افزایش فعالیت‌های میکروبیولوژیکی، جذب کانی‌ها را افزایش می‌دهد (۲۴). ترکیبات هوموسی مواد آلی، دارای دو نوع اسید آلی مهم به نام‌های اسیدهیومیک و اسیدفولویک و جزء هیومین است (۱۴ و ۷۷) که از لحاظ ساختار شیمیایی و اندازه مولکولی باهم متفاوت‌اند و از منابع مختلفی نظیر خاک، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده و زغال‌سنگ استخراج می‌شوند (۱۴، ۲۶ و ۷۷). در پژوهشی که بر روی گل حنا (*Impatiens walleriana* L.) صورت گرفت مشخص گردید که تیمار ترکیبی اسید هیومیک و اسید فولویک تمام صفات رشدی گیاه را نسبت به تیمار شاهد بهبود بخشید. غلظت ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر از تیمار ترکیبی بیشترین تاثیر را بر افزایش ارتفاع گیاه و تعداد گل در گیاه داشت (۱۸). در تحقیقی که توسط لی و ایون (۴۷) صورت گرفت مشخص گردید که کاربرد هیومیک اسید سبب تحریک رشد در جعفری، بنفشه، شمعدانی و حنا شده و رشد ریشه را بهبود بخشیده است. در گل داوودی کاربرد هیومیک اسید به صورت محلول‌پاشی از طریق بهبود سرعت فتوسنتز گیاه، صفات رشدی گیاه را بهبود بخشید (۲۱). در گیاه *Calathea insignis* استفاده از اسید هیومیک سبب بهبود صفات رشدی شد (۹۳). در پژوهش‌های دیگر افزایش ارتفاع تحت تاثیر کاربرد اسید هیومیک در گل آهار (۵۲) و اطلسی (۱۱) گزارش شده است. نیکبخت و همکاران (۶۳) گزارش کرده اند که کاربرد اسیدهیومیک افزایش قطر گل در ژربرا را در پی داشته است.

در تحقیقی دیگر استفاده از اسید هیومیک سبب افزایش تعداد گل در گل گلایول شده است (۶۶). دادلی و همکاران (۱۷) مشخص نمودند که کاربرد مواد هیومیکی تاثیر مثبتی بر تولید گل در اطلسی و جعفری داشته است. در پژوهشی که بر روی گل همیشه بهار انجام شد مشخص گردید که استفاده از اسید هیومیک به همران فسفر در این گیاه، سبب افزایش عملکرد گل خشک، تعداد گل، درصد اسانس، عملکرد بذر و روغن بذر شد (۲۳). اسیدهیومیک در غلظت‌های پایین ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سبب افزایش وزن‌تر نسبی در گل بریده آلسترومیا می‌شود (۱۰). محققین بیان کرده‌اند که کاربرد اسیدهیومیک سبب افزایش طول وزن ریشه در گیاه هویج شد (۹۰).کاربرد هیومیک اسید به مقدار ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته در نشاء گوجه‌فرنگی نسبت به شاهد شد (۳۵). حق پرست و همکاران (۳۳) بیان کرده‌اند که کاربرد ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدهیومیک و اسیدفولویک باعث افزایش طول ساقه و ریشه گیاهچه فلفل شد (۳۳). همچنین در گیاه گندم کاربرد ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهیومیک باعث اثر معنی‌دار بر روی وزن خشک و تر اندام هوایی، ارتفاع ساقه و سطح برگ در گیاه گندم شد (۷۶). در پژوهشی دیگر مشخص شد که مصرف هیومیک اسید سبب افزایش وزن‌تر و خشک برگ و ساقه در گیاه فلفل شد (۳۱). کاربرد ترکیبات هیومیکی بر روی گیاه لوبیا چشم‌بلبلی سبب ایجاد برگ‌های انبوه و تیره شدن رنگ سبز برگ‌ها شد (۷). گیاه شمعدانی با نام علمی *Plargonium spp.* از خانواده Geraniaceae که دارای گونه‌های وحشی نیز می‌باشد. کشت و کار این گیاه در جهان سابقه طولانی دارد. گونه‌های این جنس بومی آفریقای جنوبی هستند. گل‌ها ممکن است در شمعدانی کم پر یا پرپر باشند که نوع پرپر آن دارای زیبایی خاصی است، همچنین گیاه دارای دمگل بسیار طویل، برگ‌های پهن و کنگره‌دار و شکننده همراه با عطر ویژه‌ای از خود می باشد (۲۶). اسیدهیومیک و اسید فولویک جزء کودهای آلی می‌باشند. تاثیر مثبت این مواد بر رشد سایر گیاهان زراعی و باغی توسط سایر محققین به اثبات رسیده است. این مواد با بهبود جذب عناصر غذایی موجود در خاک و بهبود شرایط فیزیکی خاک محیطی ایده‌آل جهت رشد گیاهان را ایجاد می‌کنند. با توجه به مضرات کودهای شیمیایی استفاده شده در گیاهان آپارتمانی و با توجه به اینکه این گیاهان در محیط داخل منزل کاربرد دارند، استفاده از کودهایی بدون اثر سوء کودهای شیمیایی روشی مناسب و مفید در رفع نیاز غذایی گیاه می‌باشد. با توجه به ماهیت کودهای هیومیکی و اثرات مثبت تایید شده آن‌ها در سایر گیاهان زراعی و باغی، این آزمایش با هدف بررسی اثر کودهای هیومیکی بر صفات رشدی گیاه زینتی شمعدانی انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر مواد هیومیکی بر صفات مورفولوژیک گیاه زینتی شمعدانی (*Plargonium spp.*)، آزمایشی در محل گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۴ انجام گرفت. تحقیق به صورت فاکتوریل ۴×۴ بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اول اسیدهیومیک و عامل دوم اسید فولویک هر کدام در چهار سطح (۰، ۰/۲، ۰/۵ و ۱) گرم بر لیتر بودند. آنالیز کودهای استفاده شده در جدول ۱ نشان داده شده است. قلمه گیری در اواخر اسفند ۱۳۹۳ از گیاهان مادری انجام شد. قلمه‌ها از قسمت‌های انتهایی گیاه به همراه یک تا دو برگ در انتها و با اندازه‌های یکسان تهیه شد (قلمه‌های شمعدانی با قطر یکسان و طول حدود ده سانتی‌متر از قسمت میانی گیاه تهیه شد. قلمه‌ها و در بستری که مخلوطی از دو قسمت ماسه سیاه (رودخانه‌ای) شسته شده و یک قسمت شلتوک، قرار گرفتند. حدود یک ماه پس از ریشه‌زایی مناسب قلمه‌ها آن‌ها را از بستر خارج کرده و به گلدان‌ها منتقل شدند دو هفته پس از استقرار گیاهان در گلدان، اعمال تیمارها هر دو هفته یکبار (۸ مرتبه) صورت گرفت. اعمال تیمارها به همراه آبیاری، به صورتی بود که مقداری از آن از ته گلدان خارج شود. اندازه‌گیری صفات در انتهای آزمایش (۸ ماه پس از کشت قلمه) انجام شد. صفات مورفولوژیک گیاه شامل تعداد برگ، تعداد گره، تعداد شاخه فرعی شمارش شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع شاخه اصلی و ارتفاع گیاه و نیز طول ریشه از خطکش استفاده شد. سطح برگ توسط دستگاه سطح برگ سنج (Model Li-COR_1300،USA) اندازه‌گیری شد. وزن‌تر اندام‌های هوایی و ریشه‌ها بلافاصله پس از تخریب گلدان‌ها با ترازوی دیجیتال مدل GF-300 با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری شد. ریشه‌ها به‌صورت کامل و با حداقل آسیب دیدگی از خاک خارج شد. به منظور اندازه گیری وزن تر و به جهت جلوگیری از پلاسیدگی، ریشه‌ها و اندام‌های هوایی بلافاصله به یخچال منتقل شدند. اندازه‌گیری طول ریشه در گلخانه و بلافاصله پس از تخریب گلدان‌ها صورت گرفت. پس از شست شوی ریشه‌ها، حجم ریشه و اندام‌های هوایی توسط استوانه مدرج و بر اساس میزان افزایش حجم آب نسبت به حجم اولیه برحسب سانتی‌متر مکعب (قانون ارشمیدس) اندازه‌گیری شد (۴۰). ریشه و اندام‌های هوایی گیاه جهت اندازه‌گیری وزن خشک به مدت ۴۸ ساعت در آون قرار داده شدند و با ترازوی دیجیتال مدل GF-300 با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری شد. نسبت اندام هوایی به ریشه (S/R)، از تقسیم وزن خشک بخش هوایی به وزن خشک‌ریشه به دست می‌آید. آنالیز آماری داده‌های این پژوهش توسط نرم‌افزار JMP 8 و رسم نمودار با استفاده از نرم افزار اکسل ۲۰۱۰ انجام شد و به منظور مقایسه میانگین صفات از آزمون LSD در سطوح احتمالی ۵ و ۱ درصد استفاده شد.

جدول ۱- مشخصات کودهای آلی اسیدهیومیک و اسید فولویک مورد استفاده در آزمایش

Table 1- Characteristics of Humic acid and Fulvic acid fertilizers used in the experiment

نوع کود آلی Type of organic fertilizer	کشور سازنده Country of production	فرم کود آلی Form of organic fertilizer	حلالیت در آب Solubility in water	اسیدیته pH	درجه خلوص Purity
اسیدهیومیک Humic acid	ایتالیا Italy	گرانوله Granulate	85 %	8-9	85 %
اسیدفولویک Fulvic acid	آلمان Germany	پودری Powder	85 %	6	70 %

نتایج و بحث

نتایج حاصل از آنالیز واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که تفاوت بین تیمارهای مورد مطالعه در تعدادی از صفات مورفولوژیک در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد معنی‌دار است (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که کاربرد توام اسیدهیومیک و اسیدفولویک تاثیر مثبتی بر صفات رشدی گیاه از جمله: ارتفاع، طول میانگره، طول ریشه، وزن‌تر ریشه، وزن‌تر برگ، وزن‌تر ساقه، وزن‌تر اندام هوایی، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ، وزن خشک اندام هوایی، حجم ریشه، حجم اندام هوایی و سطح برگ داشت (جدول ۲).

ارتفاع گیاه و طول میانگره

بیشترین ارتفاع به ترتیب مربوط به تیمار ۰/۲ گرم در لیتر هیومیک و ۱ گرم در لیتر فولویک اسید و سپس تیمار ۰/۵ گرم در لیتر هیومیک و ۱ گرم در لیتر فولویک و بعد از آن تیمار ۱ گرم در لیتر هیومیک و ۱ گرم در لیتر فولویک است که فاقد اختلاف معنی دار باهم بودند. همچنین بیشترین طول میانگره مربوط به کاربرد ۱ گرم در لیتر هیومیک و ۱ گرم در لیتر فولویک اسید بود (جدول ۳). گزارش شده است که اسیدهیومیک از طریق افزایش در محتوی نیتروژن گیاه سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه می‌گردد (۸). همچنین اسیدهیومیک از طریق تأثیر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و نیز با افزایش قدرت کلات کنندگی و جذب عناصر غذایی بر افزایش رشد و ارتفاع گیاه

موثر است (۶۰). در پژوهشی بیان شد که اسیدهیومیک به علت داشتن خواص شبه هورمونی مانند اکسین و جیبرلین باعث افزایش هورمون‌های رشد گیاهی شده که نهایتاً منجر به افزایش طول ساقه و بهبود رشد گیاه می‌شود (۱). محققان بسیاری نیز افزایش ارتفاع را با کاربرد اسیدهیومیک تأیید کردند که با نتایج حاصل از این پژوهش همخوانی دارد (۳، ۸، ۱۲، ۷۷ و ۸۷). افزایش ارتفاع گیاه تحت تاثیر کاربرد ترکیب اسید هیومیک و اسید فولویک در گل حنا (۱۸) و کاربرد اسید هیومیک به تنهایی در گل داوودی (۲۱)، آهار (۵۲)، اطلسی (۱۱)، گل لاله (۴) و شب بو (۸۳) نیز گزارش شده است. همچنین در پژوهش دیگری بر روی گیاهچه‌های بادمجان و فلفل مشاهده شد که محلول‌پاشی اسیدهیومیک بر روی ارتفاع گیاه تأثیر معنی‌داری ندارد (۶۵) که این نتایج با نتایج حاصل از این آزمایش مغایرت دارد. محققین در پژوهشی بر روی گیاه لوبیا چشم‌بلبلی دریافتند که اسپری برگی اسیدهیومیک در مرحله ۲ برگچه‌ای سبب افزایش رشد رویشی و افزایش رشد میانگره‌ای بالا در گیاه می‌شود که در نتیجه سبب افزایش وزن خشک برگ، ساقه، ارتفاع و نهایتاً وزن خشک گیاه گردید (۷). درآزمایشی دیگر کاربرد اسید هیومیک و اسید فولویک در کشت سویا، بادام زمینی و شبدر، رشد ساقه را افزایش داد (۵۱). در آزمایشی که توسط روزبهانی و همکاران (۷۵) انجام شد. مشخص گردید که تیمار اسیدفولویک نسبت به اسیدهیومیک تاثیر بیشتری بر ارتفاع گیاه گندم داشت. اسیدفولویک دارای وزن مولکولی پایین و از نظر بیولوژیکی بسیار فعال است. به دلیل وزن کم و اندازه کوچک این مولکول آمادگی ایجاد کمپلکس با مینرالها و عناصر مختلف و در نتیجه بالا بردن حلالیت و تحرک این عناصر در گیاه وخاک را دارد. فولویک اسید می‌تواند تعداد زیادی از عناصر از جمله عناصر ریز مغذی و کمیاب را کمپلکس کند. بنابراین این عناصر می توانند در شرایطی کاملا طبیعی توسط ریشه گیاه جذب، و وارد سلول های گیاه گردد. در نتیجه منجر به بهبود رشد گیاه می گردند (۸۱).

سطح برگ

بیشترین میزان سطح برگ در اثر اعمال تیمار ۰/۲ گرم در لیتر هیومیک و ۱ گرم در لیتر فولویک اسید و سپس تیمار ۰/۵ گرم در لیتر هیومیک اسید و ۰/۵ گرم در لیتر فولویک اسید حاصل گردید. همچنین کمترین میزان سطح برگ به ترتیب مربوط به تیمار ۱ گرم در لیتر هیومیک اسید و عدم کاربرد فولویک اسید و سپس بقیه تیمارهای فاقد فولویک اسید بود(جدول ۳). اسیدهیومیک از طریق افزایش نیتروژن گیاه سبب افزایش سطح برگ و میزان پروتئین می‌شود چراکه میزان پروتئین تابع نیتروژن گیاه است (۳۰). در پژوهشی اثر سطوح مختلف نیتروژن و هیومیک اسید بر روی چمن *Festuca rubra* بررسی شد که نتایج نشان از تأثیرات معنی‌دار مواد هیومیکی در افزایش نیتروژن، فسفر و پتاسیم شاخساره است (۴۵). در تحقیقی که بر روی گل لاله صورت گرفت مشخص گردید که تیمار ترکیبی اسید هیومیک با NPK سبب افزایش سطح برگ شد (۴). در پژوهشی که توسط باسبگ و همکاران (۹) انجام شد مشخص گردید که بیشترین غلظت از اسید هیومیک (۱۵۰ پی‌پی‌ام) بیشترین تاثیر را در توسعه برگ و افزایش سطح برگ داشته است. در پژوهشی که توسط نقیبی و همکاران (۵۹) انجام شد، مشخص گردید که بیشترین شاخص سطح برگ، ماده خشک و وزن برگ در گیاه *Cichorium pumilum* مربوط به تیمار اسیدهیومیک بوده و درمقایسه با تیمار فولویک اسید میزان بالاتری را نشان داد (۵۹). در بررسی‌ها مشخص گردید که استفاده از هیومیک اسید نسبت به عدم استفاده از آن سبب افزایش شاخص سطح برگ گردید (۵۵). نتایج نشان می‌دهد که در تیمار محلول‌پاشی اسیدهیومیک در غلظت‌های بالاتر از حد مطلوب گیاه، جذب زیاد مواد غذایی صورت نمی‌گیرد (۳۰). کاربرد غلظت‌های بالای اسیدهیومیک در تربچه به علت افزایش غلظت عناصر سنگین سبب کاهش سطح برگ گردید ولی غلظت‌های پایین‌تر افزایش سطح برگ را سبب شد (۷۰). اسیدفولویک ظرفیت تبادل کاتیونی را به شدت افزایش می دهد و بدین ترتیب گیاه می‌تواند مقدار عنصر بیشتری را جذب کند. درنتیجه این عمل رشد گیاه نیز افزایش می‌یابد (۵۷).

وزن تر و خشک اندام هوایی

بیشترین وزن تر اندام هوایی مربوط به غلظت ۰/۲ گرم در لیتر هیومیک اسید و ۱ گرم در لیتر فولویک اسید است. همچنین کمترین میزان وزن تر اندام هوایی در کاربرد ساده هیومیک اسید و فولویک اسید مشاهده شد. بیشترین میزان وزن خشک اندام هوایی مربوط به کاربرد غلظت ۰/۲ گرم در لیتر هیومیک و ۱ گرم در لیتر فولویک اسید است و با تیمار شاهد که دارای کمترین میزان وزن خشک هوایی است، اختلاف معنی‌داری دارد (جدول ۳). در آزمایشی بر روی خیار دریافتند که اسیدهیومیک به دلیل افزایش فعالیت ترکیب ATP-H^+ در ریشه، سبب افزایش رشد ساقه نیز می‌شود (۷۴). اسیدهیومیک با افزایش جذب عناصری مانند نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، روی، آهن، مس (۳۴)، آزاد سازی آب و مواد غذایی باعث افزایش رشد گیاه (۷۴) و خواص شبه هورمونی سبب افزایش رشد و گسترش اندام هوایی می‌گردد (۶۱ و ۷۸). محققین بسیاری نیز افزایش رشد گیاه را در اثر استفاده از مواد هیومیکی به اثبات رسانیده‌اند (۵۳، ۶۵ و ۷۴). بر اساس نتایج، بیشترین وزن‌تر برگ مربوط به کاربرد غلظت ۰/۲ گرم در لیتر هیومیک اسید و ۱ گرم در لیتر فولویک اسید است. کمترین میزان وزن‌تر در کاربرد غلظت ۰/۲ گرم در لیتر هیومیک اسید بدون کاربرد اسیدفولویک مشاهده گردید (جدول ۳). در گیاه صنوبر با افزایش آب و استفاده از مواد هیومیکی،

میزان کلروفیل، وزن ریشه، ساقه و برگ و در نتیجه وزن کل اندام هوایی افزایش یافت (۳۸). محققین بسیاری افزایش وزن تر برگ را در نتیجه کاربرد مواد هیومیکی تأیید کرده‌اند (۷۰ و ۷۳). بر اساس نتایج بدست آمده بیشترین وزن‌تر ساقه مربوط به کاربرد غلظت ۰/۲ گرم در لیتر هیومیک و ۱ گرم در لیتر فولویک اسید است. کمترین میزان وزن‌تر ساقه به ترتیب مربوط به غلظت ۰/۵ گرم در لیتر هیومیک اسید بدون کاربرد فولویک اسید و سپس تیمار شاهد است (جدول ۳). کاربرد مواد هیومیکی حاصله از منبع لئوناردیت باعث رشد ساقه و افزایش انباشت پتاسیم، منیزیم، کلسیم و آهن در برگ گیاه می‌شود، که در گیاهچه های زیتون ثبت شده است (۷۶). در گیاه انگور کاربرد هیومیک اسید سبب افزایش معنی‌دار رشد ساقه، وزن‌تر و وزن خشک ساقه شد (۷۳). افزایش وزن خشک ساقه تحت تاثیر مواد هیومیکی را می‌توان در ارتباط با افزایش ارتفاع گیاه دانست (۳۰). نتایج این پژوهش با نتایج اسکوبار و همکاران (۲۵)؛ الهراگوبل و همکاران (۱۹) همخوانی داشت. بررسی‌ها نشان می‌دهد که تجمع ماده خشک ارتباط مستقیمی با میزان فتوسنتز گیاه دارد (۳۹). در گیاه ریحان برهمکنش اسیدهیومیک، کمپوست و فسفر بر وزن خشک برگ نسبت به شاهد نشان داد که بیشترین وزن خشک برگ در برهمکنش ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسیدهیومیک و ۱۰ تن در هکتار کمپوست و ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر حاصل شد که افزایش ۱۰۵ درصدی نسبت به شاهد داشت (۸۲). تحقیقات نشان داده است که استفاده از اسیدهیومیک سبب افزایش فسفر و نیتروژن در گیاه بنت گراس شده و در نتیجه سبب افزایش ماده خشک در گیاه می‌گردد (۳۰). در پژوهشی که توسط دانشور حکیمی میبدی و همکاران (۱۳) صورت گرفت مشخص گردید که غلظت‌های پایین اسید هیومیک (۱۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر) موثرتر از غلظت بالای اسید هیومیک (۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بر وزن تر و خشک چمن بودند. در گل مریم کاربرد ترکیبی اسید فولویک و NPK افزایش تعداد برگ ، سطح برگ و وزن خشک برگ را در پی داشت (۸۴). در پژوهشی دیگر مشخص گردید که کاربرد اسید هیومیک سبب بیشترین وزن تر گل در جعفری گردید (۵۶). در پژوهشی بر روی گندم دریافتند که کاربرد مواد هیومیکی سبب افزایش ۲۲ درصدی در وزن خشک گیاه و ۵۰ درصدی در طول ریشه شده است (۴۱). کاربرد تلفیقی اسیدهیومیک و اسید استیک سبب افزایش غلظت آهن و کاهش pH شیره سلولی در گیاه انگور شد که نهایتاً باعث افزایش فتوسنتز و وزن خشک اندام هوایی گردید (۶۸). در پژوهش های دیگری در رابطه با تأثیر مثبت مواد هیومیکی بر افزایش وزن خشک اندام هوایی تاکید شده است (۶۱، ۷۳، ۸۵، ۸۶ و ۹۱). اسیدهیومیک با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو، سبب افزایش فعالیت‌های فتوسنتزی و در نتیجه افزایش رشد گیاه می‌شود (۱۵). محققان بسیاری افزایش وزن خشک ساقه را در اثر کاربرد مواد هیومیکی تأیید کردند (۶۵ و ۷۱). در پژوهشی دیگر کاربرد اسیدفولویک سبب افزایش رشد در گیاه گندم شد (۷۵). اسیدفولویک موجب افزایش کارایی عناصر غذایی و نفوذپذیری می‌شود. همچنین موجب افزایش تقسیم سلولی و طویل شدن سلول می‌گردد. فولویک اسید موجب افزایش ظرفیت تولید از طریق افزایش سنتز کلروفیل نیز می‌گردد (۵۷).

طول ریشه و حجم ریشه

بیشترین میزان طول ریشه به ترتیب مربوط به تیمارهای ۱ گرم در لیتر هیومیک اسید و ۰/۵ گرم در لیتر فولویک اسید و تیمار ۰/۲ گرم در لیتر هیومیک اسید و ۰/۵ گرم در لیتر فولویک اسید و سپس تیمار ۰/۲ گرم در لیتر فولویک اسید بدون کاربرد هیومیک است که فاقد اختلاف معنی‌دار باهم بودند. کمترین میزان طول ریشه به ترتیب مربوط به کاربرد تیمار ۰/۲ گرم در لیتر هیومیک اسید بدون کاربرد فولویک اسید و همچنین تیمار ۱ گرم در لیتر فولویک اسید بدون کاربرد هیومیک اسید است (جدول ۳). کاربرد اسیدهیومیک با پایه لئوناردیت سبب افزایش طول ریشه در افرای قرمز شد (۴۲). محققان بسیاری نیز افزایش طول ریشه را در صورت استفاده از هیومیک اسید تأیید کردند (۷۴). در پژوهشی که توسط لی و ایونت (۴۷) انجام شد، مشخص گردید که کاربرد هیومیک اسید سبب بهبود رشد ریشه در گل جعفری، بنفشه، شمعدانی و حنا شد. وجود گروه‌های اکسین موجود در اسیدهیومیک باعث افزایش رشد جانبی ریشه و طول ساقه در غشاء سلولی گیاه ذرت گردید (۶). کاربرد اسیدهیومیک در محلول غذایی سبب افزایش محتوای نیتروژن در اندام هوایی و رشد شاخساره و ریشه در ذرت شد (۸۹). نتایج مقایسه میانگین بر روی جوانه‌زنی گندم نشان می‌دهد که پیش تیمار اسیدفولویک باعث افزایش معنی‌دار در طول ریشه‌چه و ساقه چه نسبت به پیش تیمار اسیدهیومیک گردید. احتمالاً کاربرد اسیدهیومیک باعث تحریک تولید هورمون جیبرلین می‌شود که این هورمون نقش مهمی در جوانه‌زنی و رشد دانه رست‌ها دارد (۴۴).

اسیدهیومیک باعث فعالیت دو مکانیسم در گیاه می‌شود یکی اثرات سیگنالی مواد معدنی به خاطر متابولیسم هورمون‌ها و دیگری افزایش فعالیت پمپ ATPase در اندام ریشه که در نهایت منجر به افزایش سرعت دسترسی ریشه به نیترات گردید؛ تغییر در این نسبت ریشه به ساقه در گیاه بستگی به مقدار هورمون‌ها از جمله سایتوکنین و آبسیزیک دارد زیرا یکی از نقش‌های هورمون‌ها دخالت در میزان دسترسی مواد غذایی ریشه و آسیمیلاسیون آن‌ها می‌باشد (۷۴). کاربرد اسیدهیومیک سبب تحریک بیشتر رشد و عملکرد ریشه نسبت به اندام هوایی گردید که این عمل ناشی از افزایش جذب مواد غذایی توسط ریشه‌ها است یا به عبارتی اسیدهیومیک باعث فراهمی و دسترسی بهتر مواد غذایی برای ریشه شده است (۷۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی صفات مورفولوژیک در شمعدانی تحت تاثیر اسید هیومیک و اسید فولویک

Table 2- Analysis of variance (Mean Square) of some morphological traits of geranium affected by Humic acid and Fulvic acid.

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن تر ساقه Shoot fresh weight	وزن تر برگ Leaf Fresh weight	طول ریشه Root length	وزن تر ریشه Root fresh weight	تعداد برگ Leaf number	تعداد گره Node number	طول میانگره Internode length	سطح برگ Leaf area	تعداد شاخه فرعی Branch number	ارتفاع Height
اسیدهیومیک Humic acid (HA)	3	303.08**	174.41**	25.02ns	54.69**	96.04**	80.75**	175.42**	39.21 ns	0.07 ns	96.59**
اسیدفولویک Fulvic acid (FA)	3	347.60**	423.97**	261.32**	82.71**	121.62**	82.76**	299.12**	846.11**	0.72 ns	484.38**
اسیدهیومیک× اسیدفولویک HA×FA	9	72.75**	144.01**	90.73**	10.97**	12.93 ns	9.46 ns	52.30**	146.73**	0.23 ns	91.63**
خطا Error	32	9.75	27.46	18.18	1.76	8.07	9.96	10.21	38.94	0.35	19.48

** معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد، * معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد، ns عدم معنادار شدن

**Significant at 1% level of probability, * Significant at 5% level of probability, ns: Non-significant

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی صفات مورفولوژیک در شمعدانی تحت تاثیر اسید هیومیک و اسید فولویک

Table 2- Analysis of variance (Mean Square) of some morphological traits of geranium affected by Humic acid and Fulvic acid.

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	نسبت وزن تر اندام هوایی به وزن تر ریشه Shoot /Root fresh weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	حجم اندام هوایی Shoot volume	حجم ریشه Root volume	وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight
اسیدهیومیک Humic acid (HA)	3	60.55**	2.87**	31.19**	5.47**	1.28**	1603.53**	64.20**	936.85**
اسیدفولویک Fulvic acid (FA)	3	51.46**	6.61**	19.95**	9.78**	1.42**	2206.99**	66.02**	1528.57**
اسیدهیومیک× اسیدفولویک HA×FA	9	45.29**	2.10**	37.43**	3.88**	0.21 ns	753.30**	10.99**	397.33**
خطا Error	32	3.05	0.58	2.88	0.40	0.10	32.92	1.96	45.05

** معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد، * معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد، ns عدم معنادار شدن

**Significant at 1% level of probability, * Significant at 5% level of probability, ns: Non-significant

پژوهش‌ها نشان داد که کاربرد سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌لیتر در لیتر اسیدهیومیک در گیاهچه های گوجه‌فرنگی و همچنین کاربرد ۵۰ و ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر اسیدهیومیک در بادمجان سبب افزایش معنی‌دار رشد برگ، ساقه و ریشه نسبت به گیاهان شاهد گردید (۷۷). نتایج نشان داد که کاربرد ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدهیومیک سبب افزایش معنی‌دار در سطح، حجم، طول وزن خشک ریشه گیاه گندم شد که این افزایش صفت‌های مربوطه را می‌توان به عنوان شاخص مناسبی برای استفاده بهتر از منابع محدود محیطی توسط گیاه لحاظ کرد (۷۱). اسیدفولویک به دلیل کلات‌کنندگی عناصرغذایی (سدیم، پتاسیم، منیزیوم، روی، کلسیم، آهن، مس و ....) قابلیت استفاده از عناصر برای گیاه را افزایش داده و سبب ظهور افزایش رشد ریشه‌های جانبی می‌گردد (۶۲).

وزن تر و خشک ریشه

بیشترین وزن تر ریشه مربوط به اثر متقابل غلظت ۰/۲ گرم در لیتر هیومیک اسید و ۰/۲ گرم در لیتر فولویک اسید است. کمترین میزان وزن‌تر ریشه مربوط به غلظت‌های متفاوت هیومیک اسید بدون کاربرد فولویک اسید است (جدول ۳). کاربرد اسیدهیومیک در غلظت‌های متفاوت سبب افزایش وزن خشک ریشه نسبت به حالت شاهد شد. بیشترین وزن خشک ریشه در غلظت ۰/۲ گرم در لیتر هیومیک اسید حاصل شد. غلظت‌های بالاتر از اسیدهیومیک از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. کاربرد فولویک اسید سبب افزایش وزن خشک ریشه گردید اما بین غلظت‌های مختلف به کاربرده شدهتفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (شکل ۱). محققین بیان کرده اند که وجود گروه‌های اکسین موجود در اسیدهیومیک باعث افزایش رشد جانبی ریشه می شود (۶). جک و ایوان (۳۶) گزارش کرده‌اند که کاربرد اسید هیومیک وزن تر ریشه جعفری و شمعدانی را افزایش داد. نتایج تحقیقی بر روی برخی ارقام تربچه نشان داد که کاربرد اسیدهیومیک سبب افزایش معنی‌دار در طول ریشه گردید (۴۴). با وجود اینکه موادهیومیکی باعث افزایش تحریک رشد ریشه و اندام هوایی می‌شوند ولی اثر بخشی آن بر روی سیستم ریشه مشهودتر است (۴۸، ۶۹، ۷۰، ۷۱ و ۷۲). همچنین اسیدهیومیک با تأثیر بر فعالیت آنزیم‌های ریشه سبب تقویت ریشه می شود (۷۷). ترکیبات نیتروژنی موجود در هیومیک اسید در گیاهچه‌های کاهو عامل اصلی رشد ریشه‌چه می‌باشد (۹۲). اسیدهیومیک و اسیدفولویک سبب افزایش نفوذپذیری غشاء سلول و صعود بهتر مواد غذایی از غشاء شده و همچنین نفوذپذیری خاک نسبت به نیتروژن را افزایش می‌دهد که افزایش جذب پتاسیم، کلسیم، منیزیم، فسفر توسط گیاه را در پی دارد که نهایتا جوانه‌زنی و رشد ریشه و ساقه را افزایش می‌دهد (۳۳). در پژوهشی کاربرد اسیدهیومیک و اسیدفولویک با سطوح ۴۰۰ تا ۸۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در سویا و بادام‌زمینی در بستر شن سبب افزایش رشد ساقه و به خصوص وزن ریشه شد (۸۸). اسیدهیومیک در افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز نقش مؤثری را ایفا می‌کند در نتیجه در فراهمی میزان فسفر برای گیاه مؤثر است، همچنین جذب نیتروژن در حضور اسیدهیومیک افزایش پیدا می‌کند، به همین دلیل هیومیک اسید سبب افزایش طول وزن خشک ریشه گیاه شد (۴۶). در سیب-زمینی کاربرد هیومیک اسید سبب افزایش ۱۰ درصدی تعداد برگ، افزایش ۱۳ درصدی سطح برگ و افزایش ۲۸ درصدی وزن خشک اندام زیرزمینی شد، احتمالاً می‌توان علت افزایش وزن خشک‌ریشه را در اثر کاربرد مواد هیومیکی به این دلیل دانست که این مواد سبب افزایش کلروفیل، فتوسنتز و تولید کربوهیدرات‌ها شده که به سبب آن وزن خشک افزایش یافت. در مطالعه‌ای بیان شد که کاربرد هیومیک اسید به مقدار ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک، سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک‌ریشه و ساقه و همچنین غلظت نیتروژن خاک و نیتروژن ذخیره‌ای در گیاه نسبت به شاهد گردید (۸۵). کاربرد اسیدهیومیک در گندم به میزان ۵۴ میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش ۵۰٪ در طول و ۲۲٪ در ماده خشک‌ریشه گردید (۴۱). همچنین کاربرد اسیدهیومیک و اسیدفولویک سبب افزایش معنی‌دار در وزن خشک ساقه، ریشه در گیاه سویا، بادام‌زمینی و شبدر کشت شده در بستر شن گردید (۸۸). نتایج نشان می‌دهد بین میزان کلروفیل برگ و وزن خشک اندام هوایی در گیاه توت‌فرنگی رابطه مثبتی برقرار است (۱۶). محققان دیگری نیز افزایش طول ریشه را در اثر کاربرد اسیدهیومیک تأیید کردند (۹۰) اما در برخی پژوهش‌ها عدم تاثیر مواد هیومیکی بر وزن‌تر و خشک‌ریشه نیز ثبت شده است (۶۱) که با نتایج حاصله از آزمایش فوق مطابقت ندارد.

تعداد برگ و تعداد گره

با توجه به اثر ساده اسیدهیومیک و اسیدفولویک مشخص گردید که کاربرد اسیدهیومیک و اسیدفولویک سبب افزایش معنی‌دار متوسط تعداد برگ نسبت به شاهد گردید (شکل ۱). بررسی‌ها نشان می‌دهد خاصیت شبه هورمونی موجود در مواد هیومیکی سبب طویل شدن برگ‌ها، افزایش تعداد برگ، افزایش فعالیت‌های فتوسنتزی و زیست‌توده می‌شود (۱۶). در گیاه گل سرخ کاربرد کود حاوی ۲۰ درصد موادهیومیکی سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک برگ و تعداد برگ شد (۳۲). نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج سایر محققین در مورد افزایش تعداد برگ با استفاده از مواد هیومیکی همخوانی دارد (۱، ۵۸، ۶۱، ۶۵ و ۷۷). در گیاه شب‌بو کاربرد اسید هیومیک سبب افزایش تعداد برگ نسبت به شاهد شد (۸۳).

جدول ۳- اثرات متقابل اسیدهیومیک × اسیدفولویک بر برخی صفات مورفولوژیک شمعدانی

Table3- Interaction effects of Humic acid × Fulvic acid on some morphological characteristics of geranium

اسیدهیومیک Humic acid (g/l)	اسیدفولویک Fulvic acid (g/l)	ارتفاع Height (cm)	حجم ریشه Volume of root (cm^3)	حجم اندام هوایی Volume of shoots (cm^3)	نسبت وزن تر اندام هوایی به وزن تر ریشه Shoot/Root fresh weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight (g)	وزن خشک برگ Leaf dry weight (g)	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight (g)	وزن‌تر اندام هوایی(gr) Shoot fresh weight
0	0	22 d	4 e	40 efg	10.10 bcde	2.92 e	2.85 defgh	5.78 h	40.43d
	0.2	33.16 b	8.66 bc	63.83 bcd	13.27 ab	12.65 a	3.53 cdef	16.18 b	56.77 bc
	0.5	25.16 cd	5.50 de	32.58 fg	12.39 b	5.29 cde	2.78 efgh	8.07 fgh	38.32 d
	1	23.25 d	5.16 e	38.50 efg	12.59 b	5.61 cde	2.60 fgh	8.22 fgh	40.14 d
0.2	0	22.83 d	5 e	31.50 g	16.47 a	10.60 ab	1.89 h	12.49 cd	36.72 d
	0.2	30.48 bc	15.33 a	72.50 b	8.38 cdef	11.33 a	3.84b cd	15.17 bc	67.67 b
	0.5	34.41 ab	10.97 b	72.66 b	5.55 f	3.94 e	4.70 b	8.64 efgh	62.55 bc
	1	41.75 a	14.25 a	110.16 a	11.22 bc	13.11 a	7.60 a	20.71a	94.83 a
0.5	0	21.58 d	6 de	42.50 e	11.04 bcd	5.05 cde	2.46 gh	7.51 gh	36.49 d
	0.2	23.25 d	8.83 bc	57.50 d	7.80 cdef	5.74 cde	3.51cdefg	9.25 efg	55.77 c
	0.5	34.75 ab	10.83 b	60.16 cd	6.71 ef	6.83 cd	3.71bcde	10.54 def	62.25 bc
	1	41.33 a	9.58 bc	63.16 bcd	7.46 def	7.82 bc	3.39 cdefg	11.21 de	57.73 bc
1	0	20.75 d	5.33e	41.50 ef	9.65 bcde	4.71de	2.12 h	6.83 gh	38.10 d
	0.2	27.90bcd	8.66 bc	59 d	7.09 ef	4.15 de	3.75 bcde	7.90 fgh	57.62 bc
	0.5	34.58 ab	7.66 cd	69.66 bc	12.86 ab	10.74 a	4.21bc	14.94 bc	64.16 bc
	1	41.18 a	9.50 bc	70.50 b	7.69 cdef	6.83 cd	4.31bc	11.14 de	60.58 bc

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند دارای تفاوت آماری در سطح ۵ و ۱ درصد با استفاده از آزمون مقایسه‌ای دانکن نمی‌باشند.

Means with the same letter in each column are not significantly different at probability levels of 5 and 1%

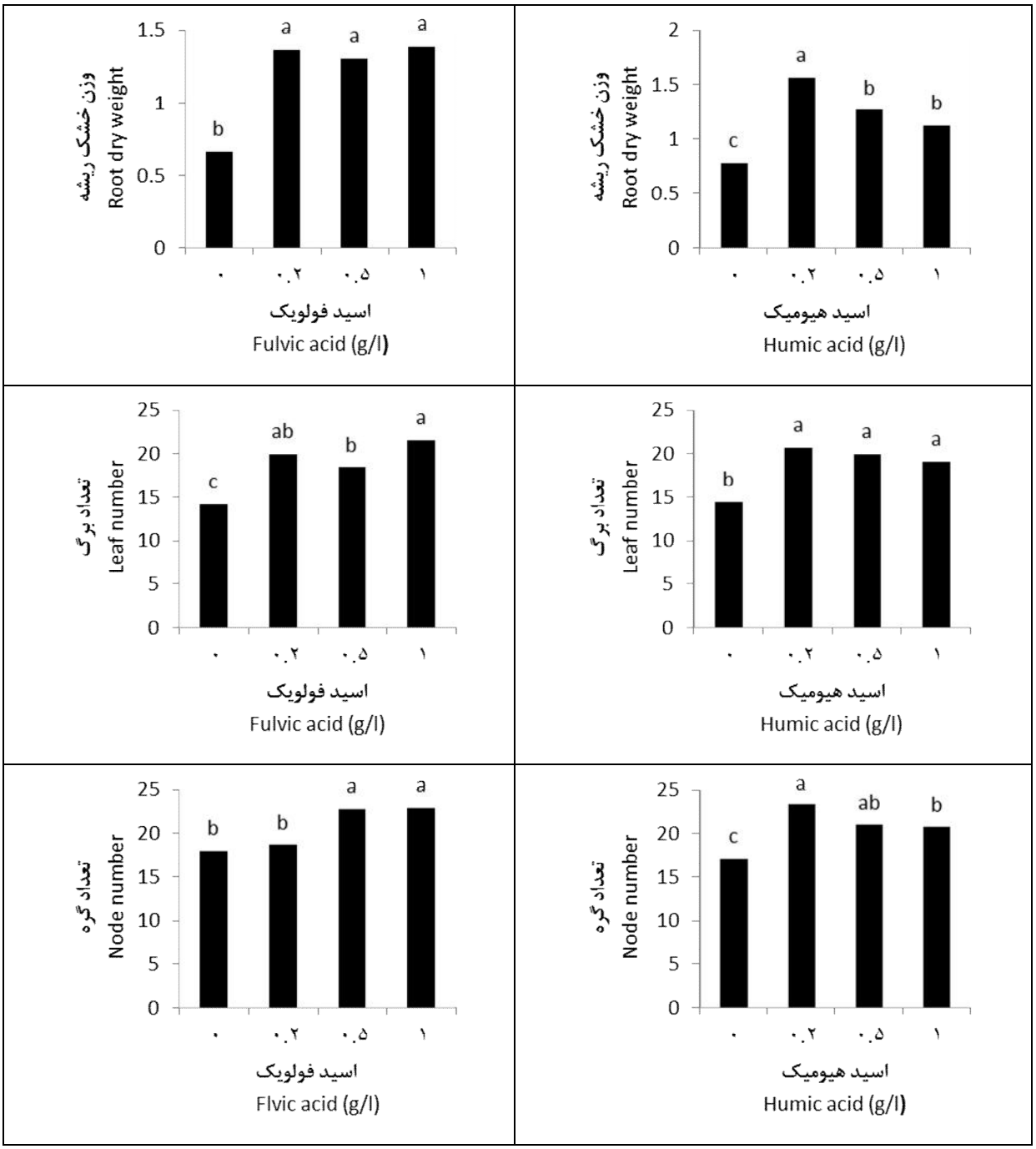
ادامه جدول ۳- اثرات متقابل اسیدهیومیک × اسیدفولویک بر برخی صفات مورفولوژیک شمعدانی

Table 3- Interaction effects of Humic acid × Fulvic acid on some morphological characteristics of geranium

اسیدهیومیک Humic acid (g/l)	اسیدفولویک (g/l) Fulvic acid	وزن‌تر ساقه Stem fresh weight (g)	طول میانگره Internode length (cm)	سطح برگ leaf area (cm^2)	طول ریشه Root length (cm)	وزن‌تر ریشه Root fresh weight (g)	وزن‌تر برگ Leaf Fresh weight (g)
0	0	17.47 ef	6.64 d	35.03 ef	31cd	4.75 e	22.96 cdefg
	0.2	26.29 cd	6.34 d	51.07 abc	42.25 a	11.21 cd	30.48 bc
	0.5	ef 17.96	8.31d	42.08 cde	34.75 bc	5.98 e	20.36 efg
	1	ef 19.31	7.98 d	41.14 cde	26 d	5.84 e	20.83 defg
0.2	0	21.86 de	6.17 d	32.80 ef	25.88 d	5.76 e	14.86 g
	0.2	31.76 b	14.70 c	37.82 def	34 bc	16.40 a	35.91 b
	0.5	29.92 bc	20.04 ab	47.90 bcd	45 a	12.80 bc	32.63 b
	1	46.38 a	18.59 abc	60.27 a	40.33 ab	13.59 b	48.45 a
0.5	0	16.15 f	5.85d	36.75 ef	33.58 bc	6.04 e	20.33 efg
	0.2	28.33 bc	7.87d	37.83 def	34.50 bc	9.72 d	27.43 bcdef
	0.5	28.18 bc	18.09 bc	56.15 ab	39 ab	11.63 bcd	34.07 b
	1	28.99 bc	19.65 abc	52.47 ab	39.25 ab	9.65 d	28.74 bcde
1	0	18.86 ef	5.35 d	29.60 f	27.91 cd	5.94 e	19.23 fg
	0.2	28.41 bc	19.75 abc	47.36 bcd	33.50 bc	9.89 d	29.21 bcd
	0.5	30.94 bc	14.68 c	52.76 ab	45.16 a	9.79 d	33.21 b
	1	29.05 bc	23.76 a	56.03 ab	38.33 ab	10.41 d	31.53 bc

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند دارای تفاوت آماری در سطح ۵ و ۱ درصد با استفاده از آزمون مقایسه‌ای دانکن نمی‌باشند.

Means with the same letter in each column are not significantly different at probability levels of 5 and 1%



شکل ۱- اثر کاربرد اسیدهیومیک × اسیدفولویک بر تعداد گره، تعداد برگ و وزن خشک ریشه گیاه شمعدانی

Figure 1- Effect of Humic acid × Fulvic acid on node number, leaf number and root dry weight of geranium

در پژوهشی که توسط کشاورز و ماقانی (۴۳) انجام شد مشخص گردید که کاربرد اسیدهیومیک سبب ممانعت از زردشدگی برگ‌ها در شاخه بریده لیلیوم شد. در گل مریم کاربرد اسید فولویک به همراه NPK سبب افزایش تعداد برگ گردید (۸۴). بر طبق نتایج به دست آمده از بررسی اثر ساده هیومیک اسید و فولویک اسید، کاربرد هیومیک اسید سبب افزایش در میزان تعداد گره نسبت به شاهد گردید، همچنین کاربرد غلظت‌های بالای فولویک اسید سبب افزایش تعداد گره نسبت به شاهد و غلظت پایین فولویک اسید گردید (شکل ۱). محققین در پژوهش صورت گرفته بر روی کنجد بیان کردند که استفاده از هیومیک اسید در تیمار قطع آبیاری، سبب افزایش ۳۳ درصدی تعداد گره در ساقه گردید (۵۵). در پژوهشی دیگر، پس از بررسی اثر سطوح مختلف اسید فولویک بر عملکرد و اجزای عملکرد

گیاه دارویی اسفرزه گزارش شد که کاربرد اسید فولویک ضمن بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه، خسارات ناشی از تنش شوری را کاهش داد (۲۹).

نتیجه‌گیری کلی

این آزمایش به منظور تاثیر کودهای آلی هیومیکی، کاهش اثرات مخرب استفاده از کودهای شیمیایی و بهبود کیفیت رشد در گیاه، بر روی گونه گیاه زینتی شمعدانی انجام شد. تحقیقات نشان می‌دهد کاربرد کودهای هیومیکی سبب افزایش محتوی نیتروژن در اندام‌های هوایی گیاه می شود. تحقیقات مختلفی بر تاثیر مثبت کودهای هیومیکی بر صفات رشدی تاکید داشته‌اند. گزارش شده است که ترکیبات نیتروژنی موجود در هیومیک اسید یک عامل مهم و تاثیرگذار در رشد گیاهان می باشند. ایجاد تغییرات هورمونی در گیاه که به دلیل خاصیت شبه هورمونی این مواد ایجاد می‌شود افزایش رشد قسمت‌های مختلف گیاه را در پی دارد. همچنین این مواد با ایجاد pH خنثی در خاک‌های قلیایی باعث جذب بیشتر عنصر نیتروژن و درنهایت افزایش رشد اندام هوایی در گیاه می شوند. با توجه به نتایج به دست آمده از کاربرد مواد هیومیکی بر روی صفات کمی و کیفی گیاه شمعدانی می توان بیان کرد که کاربرد اثر ترکیبی اسیدهیومیک و اسیدفولویک در اکثر صفات اندازه گیری شده بسیار موفق تر از اثر ساده این مواد آلی بر روی گیاه بوده است.

منابع

1- Aghakhani Z., Azizi M., and Aroui H. 1393. The effect of Bio- Phosphorus and different levels of humic acid on growth and oil of evening primrose (*Oenothera biennis* L.). ferdowsi university of mashhad. MSc thesis.
2- Ahmad I., Saquib R.U., Qasim M., Saleem M., Khan A., and Yaseen M. 2013. Humic acid and cultivar effects on growth, yield, vase life, and corm characteristics of gladiolus. Chılean Journal Of Agricultural Research, 73(4).
3- Albayrak S and Camas N. 2005. Effect of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield component of forage turpin. Journal of Agronomy, 42: 130-133.
4- Ali A., Rehman S.U., Raza S., and Allah S.U. 2014. Combined Effect of Humic Acid and NPK on Growth and Flower Development of Tulipa gesneriana in Faisalabad, Pakistan. Journal of Ornamental Plants, 4(4): 39-48.
5- Amani Beni M., Hatamzadeh A., Nikbakht A., Ghasemnezhad M., and Zarchini M. 2013. Improving Physiological Quality of Cut Tuberose (*Polianthes tuberosa* cv. Single) Flowers by Continues Treatment with Humic Acid and Nano-Silver Particles. Journal of Ornamental Plants (Journal of Ornamental and Horticultural Plants), 3 (3): 133-141.
6- Arancon N.Q., Edwards C.A., Atiyeh R.M., and Metzger J.D. 2004. Effect of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. Brioresource Technology, 93: 139-143.
7- Astaraei A.R and Ivani R. 2008. Efect of organic sources as foliar spray and root media on nutrition if cowpea plant. Ame-Eurasian. J. Agric Environ, Sci, 3(3): 352-356.
8- Ayas H., and Gulser F. 2005. The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. Journal of biological sciences, 5 (6): 801- 804.
9- Basbag S. 2008. Effects of humic acid application on yield and quality of cotton (*Gossybium hrisutum* L.). Asian Journal of Chemistry, 20: 1961- 1966.
10- Chamani A., Esmailpoor B., Poor birami Hir Y., Maleki lajayer H., and saadati A. 1391. Effects of humic acid on the vase life of flowers *Lstrvmya thidiazouron* and Knyambh figure. Journal of Horticultural Science (Agricultural Science and Technology), 26 (2): 147- 152.
11- Chamani E., Joyce D.C., and Reihanytabar A. 2008. Vermicompost effects on the growth and flowering of petunia hybrida 'Dream Neon Rose'. American Eurasian Journal Agricultural & Environmental Science, 3: 506-512.
12- Chen Y., and Aviad T. 1990. Effect of humic substances on plant growth. In: P. MacCarthy, E.E. Clapp, R.L. Malcoulm and P.R. Bloom (Eds.), Humic substances in soil and crop sciences, Pp: 161-186.
13- Daneshvar Hakimi Meybodi N., Kafi M., Nikbakht A., and Rejali F. 2011. The Effect Of Humic Acid On Some Qualitative And Quantitative Traits Of Speedygreen Turfgrass. Iranian Journal Of Horticultural Sciences (Iranian Journal Of Agricultural Sciences), 42(4): 403-412.
14- Davoodi fard M., Habibi D., and Davoodi fard F. 2012. Effects of salt stress on cell membrane stability, chlorophyll, and yield components in wheat inoculated with PGPR and humic acid. Agronomy Journal, 8(2): 71-86.
15- Delfine S., Tognetti R., Desiderio E., and Alvino A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agron. Sustain, 25: 183-191.
16- Dolatian N., Lekzian A., Fatoot A., and Tehrani far A. 2013. The effect of humic acid on quantitative and qualitative characteristics of strawberry var. Selva under greenhouse conditions. Ferdowsi University of Mashhad.

Msc Thesis.
17- Dudley J.B., Pertuit A.J., and Toler J. E. 2004. Leonardite ınfluences zinnia and marigold growth. Hort Science, 39: 251-255.
18- Esringü A., Sezen I., Aytatli B., and Ercişli S. 2015. Effect of humic and fulvic acid application on growth parameters in *Impatiens walleriana* L. Akademik Ziraat Dergisi, 4(1): 37-42.
19- Eyheraguibel B., Silvestre J., and Morard P. 2008. Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. Bioresource Technology, 99(10): 4206-4212.
20- Falah ghaza ani M., Habibi M., Pazaki A.R., and KHavazi K. 2012. The effect of some strains of A. chroococcum and humic acid on auxin production, and yield and yield components of wheat in different levels of nitrogen. Agronomy Journal, 8(2): 97-109.
21- Fan H.M., Wang X.W., and Sun X. 2014. Effects of humic acid derived from sediments on growth, photosynthesis and chloroplast ultrastructure in chrysanthemum. Scientia Horticulturae, 177: 118-123.
22- Farazande A.R., Bani M., and Fazeli F. 2012. Studying the effects of humic acid and sowing date on growth and seed of corn. The Sixth National Conference on new ideas in agriculture. Branch. Islamic Azad University.
23- Farjami A.A., and Nabavi kalat S.M. 2014. Effect of Humic Acid and Phosphorus on the Quantity and Quality of Marigold (*Calendula officinalis* L.) Yield. Journal of Crop Ecophysiology, 7(4): 443-452.
24- Ferghani A., and Javanmard A. 2005. The effect of different additives on the amount of humic and fulvic acids in different soils. Ninth Congress of Soil Science. Karaj.
25- Fernandez–Escobar R., Benlloch M., Barranco D., Duenas A., and Guterrez Ganan J.A. 1996. Response of olive trees to foliar application of humic substance extracted from leonardite. Scintia Horticulturae, 66: 191-200.
26- Ghasemi ghahsareh M and Kafi M. 2010. Scientific and practical floriculture. V.1. 310 p.
27- Ghasemi A., Tavakolo M.R., and Zabihi, H.R. 2012. Effect of nitrogen, potassium and humic acid on growth and uptake of nitrogen and potassium in mini-tubers of potato under greenhouse conditions. Agronomy Journal. 8(1): 97-109.
28- Ghasemi M., Kashefi B., and Matlabi A. 2013. Mitigating salt stress in plants by using the effect of humic acid. Passive defense in the agricultural sector. Qeshm Island.
29- Gholami H., Samavat S., and Ardebili Z.O. 2013. The alleviating effects of humic substances on photosynthesis and yield of Plantago ovate in salinity conditions. International Journal of Applied and Basic Medical Research, 4: 1683-1686.
30- Ghorbani S., KHazai H.R., Kafi M., and Bonayan aval, M. 2010. Effect of different levels of humic acid in irrigation water and spray on growth, yield, yield components and quality of forage maize (*Zea mays* L.). Ferdowsi University of Mashhad. Msc Thesis.
31- Gulser F., Sonmez F., and Boysan, S. 2010. Effects of calcium nitrate and humic acid on pepper seedlinggrowth under saline condition. Journal of Environmental Biology, 31(5) 873-87.
32- Güneş A., Salman A., Avcıoğ lu R., and Çakar H. 2009. Effect of different rate of compozed fertilizers with humic acid treatments on the growth and development characteristics of rose cuttings. Journal Anadolu. 19 (2): 73-84.
33- Haghparast R., Zangane Sh., and Rajabi R. 1390. Humic and fulvic acid treatments on germination of wheat seeds under drought stress. The Sixth National Conference on new ideas in agriculture. Branch. March 1390. Islamic Azad University.
34- Harper S.M., Kerven, G.L., Edwards, D.G., and Ostatek Boczyski, Z. 2000. Characterizyion on fulvic and humic acids from leaves of *eucalyptus comaldulensi*s and from decomposed hey. Soil Biology and Biochemistry, 32: 1331-1336
35- Hoseeni A., and Kavoosi B. 2014. Effect of vermicompost and humic acid on growth indices of hybrid tomato seedling SUN 6189. The first national congress on biology and natural sciences.
36- Jack A. H., and Evans M. R. 2000. Humic acid seed and substrate treatments promote seedling Root Development. Hort Science, 35: 1231–1233.
37- Jamshideyni M., Khazai K.R., and Kafi M. 1391. Study the effect of humic and different levels of phosphorus on root growth, shoot and bomb and leading yield of wheat (*Triticum aestivum* L.).Ferdowsi university of mashhad. MSc thesis.
38- Jing-min Z., Shang-jun X., Mao-peng S., Bing-yao M., Xiu-mei C., and Chunsheng L. 2010. Effect of Humic Acid on Poplar Physiology and BiochemistryProperties and Growth underDifferent Water Level. Journal of Soil and Water Conservation.
39- Kafi M., Lahooti M., Zand A., Sharifinia H., and Goldani M. 1378. Plant Physiology (Translation). Publications University of Mashhad.
40- Kamali M., Shoor M., and Salahvarzi Y. 2012. Studying the effect of salt stress on physio-morphological characteristics of C4 plants of tuberculate (*Gomphrena globosa* L.) and Amaranthus tricolor (Amaranthus tricolor

L.) under different levels of carbon dioxide. Ferdowsi University of Mashhad. Msc Thesis.
41- Kauser A., and Azam F. 1985. Effect of humic acid on wheat seeding growth. Environ. Experim. Botany, 25: 245-252.
42- Kelting M., Harris J.R., Fanelli J., and Appleton B. 1998. Biostimulants and soil amendments affect two-year posttransplant growth of red maple and Washington hawthorn, HortScience. 33:819-822.
43- Keshavarzi L., and Chamani E. 2011. Effects Of Hinokitiol, Humic Acid, Sucrose, And Silver Thiosulfate (Sts) As A Short-Time (Pulsing) Treatment On Vase Life Of Cut 'Yelloween' Lily Flowers. Iranian Journal Of Horticultural Sciences (Iranian Journal Of Agricultural Sciences), 42(4): 393-402.
44- Khazai H.R., Nezami A., Eyshi rezai A., Saeednezhad A.H., and Poor amir F. 2012. Assessing the effect of type and concentration of humic material as a pretreatment on germination and seedling characteristics of two cultivars of triticale (*Triticosecale hexaploide* Lart L.). Journal of Agricultural Ecology, 4(4): 273-281.
45- Khorsand H., and Kavoosi B. 2012. The effect of different levels of nitrogen and humic acid on the vegetative characteristics of the grass meadow fescue (*Festuca rubra*) in cold region of Boyer Ahmad. The third national conference on agricultural science and food industry. Fasa. Islamic Azad University.
46- Kiyani M., Nabavi kalat S.M., and Klarstaghi K. 1390. Effects of humic acid and phosphorus on growth of roots in German chamomile. The Sixth National Conference on new ideas in agriculture. Branch. March 1390. Islamic Azad University.
47- Li G., and Evens M.R. 2000. Humic acid substrate treatments and foliar spray application effects on root growth and development of seedlings. Hort Science, 35: 434.
48- Liu C., Cooper R.J., and Bowman D.C. 1998. Humic acid application affects photosynthesis, root development and nutrient content of bentgrass. HortScience, 33(6): 1023-1025.
49- Malik K.A., Bhattin A., and Kauser F. 1979. Effect of soil salinity on the decomposition and humification of organic matter by cellulolytic fungi. Mycologia, 719: 811-820.
50- Marcum K.B. 1998. Cell memberance theromotability and whole-plant heat tolerance of Kentucky. Crop sci, 38: 1214-1218.
51- Martin J.A., and Senn T.L .1967 .The Influence of Various Rates of Nitrogen and Humic Acid Derivatives on the Growth and Yield of Greenhouse Tomatoes .S.Carolina Ag .Exp .Sta.Research .Series No .95 .In " Oxidized Lignites and Extracts from Oxidized Lignites in Agriculture" (Michael Karr.) prof .Soil .Sci.2001.
52- Memon S.A., Bangulzai F.M., Keerio M.İ., Baloch M.A., and Buriri M. 2014. Effect of humic acid and iron sulphate on growth and yield of zinnia (*Zinnia elegans*). Journal of Agricultural Technology, 10(6).
53- Mishra B and Srivastava L.L. 1988. Physiological properties of has isolated from major soil associations of bihar. Soil. Science, 36: 1-89.
54- Mohamadi M. 2013. Journal of Agriculture (Payam Alkanes), (7-8). 3-5.
55- Mohammadian M., Kafi M., and Nezami A. 2012. Assessing the effects of drought stress and humic acid on yield, yield components and physiological and morphological characteristics of sesame (*Sesamum indicum*) under Mashhad weather conditions. Ferdowsi University of Mashhad. MSc Thesis.
56- Mohammadipour E., Golchin A., Mohammadi J., Negahdar N., and Zarchini M. 2012. Improvement fresh weight and aerial part yield of marigold (*Calendula officinalis* L.) by humic acid. Annals of Biological Research, 3: 5178-5180.
57- Mothaghi D. 2015. Folic Acid and Its Role in Agriculture. Datis Agrochemicals R&D Department.
58- Mustafa P., Türkmen O and 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. Afr. J. Biotech, 9(333): 5343-5346.
59- Naghibi R., Rezvani moghadam P., Ghorbani R., and Balenderi A. 1393. The role of integrated management of organic fertilizers and fertilization on growth indices, growth and seed yield dwarf chicory (*Cichorium pumilum* jacq.). Ferdowsi University of Mashhad. MSc thesis.
60- Nardi S., Pizzeghello D., Muscolo A., and Vianello A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biological Biochemistry, 34: 1527-1536.
61- Nasiri S., Azizi M., and Aroui H. 2013. Studying the effect of humic acid and yeast (*Saccharomyses cerevisiae*) on morphological and phytochemical characteristics of European borage (Borago officinalis L.) under two levels of manure. Ferdowsi University of Mashhad. Mashhad. MSc thesis. In Persian.
62- Natesan R., Kandasamy S., Thiyageshwari S., and Boopathy P.M. 2007. Influence of lignite humic acid on the micronutrient availability and yield of blackgram in an alfisol. Science World Journal, 7: 1198-1206.
63- Nikbakht A., Kafi M., Babalar M., Xia P.Y., Luo A., and Etemadi N., 2015. Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of gerbera. Journal of Plant Nutrition, 31: 2155–2167.
64- Nsirpoor M., Khosh ghalb H., and Nemati S.H. 2015. Studying the application of humic acid, calcium and boron

on the chemical and qualitative characteristics of tomato. Second National Conference on Environmental and Natural Resources Engineering and Management Sustainable Agriculture. Tehran. Shahid Beheshti University. In Persian.

65- Padem H., Ocal A., and Alan R. 1999. Effect of humic acid added foliar fertilizer on quality and nutrient content of eggplant and pepper seedling. ISHS Acta Hort, 491.

66- Pin L., Guang S., and Lin Z. 2011. Effect of humic acid from straw on growth and pest resistance of Salvia splendens. en.cnki.com. cn. doi:cnki:sun:fzsa. 0.2011-03-007.

67- Poorhadi M. 2011. Studying the effect of organic fertilizers on yield and essences of peppermint (*Mentha piperita* L.). Quarterly herbal medicines. 2: 137-148.

68- Poozeshi R., Zabihi H.R. RAmzani moghadam, M.R., Rajabzadeh M., and Mokhtari, A. 1390. The effect of foliar application of zinc, humic acid and acetic acid on the yield and concentration of elements in grape varieties Hnasr arrow. Journal of Horticultural Science (Agricultural Science and Technology). 25 (3): 351-360.

69- Rahi A.R., Davoodi fard M., Azizi, F., and Habibi, D. 2012. Studying the effects of different levels of humic acid and response curves in *Dactylis glomerata*. Agronomy Journal. 8(3): 15-28.

70- Rahi A.R., Farzaneh M.H., Safari dolat abad S., and Azizi F. 2012. Studying the trend of changes in relationship and response curves among morphological traits of *Agropyron cristatum* and the values are the humic acid fertilizer. Journal of plants and ecosystems, 32: 29-44.

71- Rahi A.R., Mirzayi nadooshan H., Danai M., and Azizi F. 2012. The effect of humic acid on the vegetative growth of *Festuca arundinacea*. Journal of Research in Iran's grassland and desert, 19(4): 722-736.

72- Rashidi tabar SH., and Tohidi M. 2014. Evaluating the effects of humic acid on yield components of maize under drought conditions in the north of Khuzestan. First National Congress on biology and natural sciences.

73- Reynolds A.G., Wardle D.A., Drought B., and Cantwell R. 1995 .Gro-mate soil amendment improves growth of greenhouse-grown 'Chardonnay' grapevines. Hort. Sci, 30: 539-554.

74- Roohani N.S., Nemati S.H., Moghadam M., and Ardakanian V. 2014. The role of humic acid on morphological, physiological and biochemical characteristics of three varieties of radish (*Raphanus sativus* L.) under salt stress. Ferdowsi University of Mashhad. MSc Thesis.

75- Roozbehani A., Ghorbani S., Mirzayi M.M., and uruj nia S. 2013. The effect of soil application of humic acid and fluvic acid on yield and yield component of barley (*Hurdeum vulgare* L.). Journal of Agronomy and Plant Breeding, 9(2):25-33.

76- Sabzevari S., Khazai H.R., and Kafi M. 2009. The effect of humic acid on root and shoot growth of Sayonez and Sabalan cultivars of wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Soil and Water (Agricultural Science and Technology), 23(2): 87-94.

77- Sabzevari S., Khazai H.R., and Kafi M. 2010. Effects of humic acid on germination of four varieties of winter wheat (Sayonez and Sabalan) and spring (Chamran and Vanguard). Agricultural Research Journal. 8(3): 473-480.

78- Salehi B., Bagherzade A., Ghasemi M., and Ebrahimi M. 2010. Effect of organic matter of humic acid on the characteristics of growth, yield and yield components of three varieties of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). Journal of Agricultural Ecology, 2(4): 640-647.

79- Samavat S. 2007. Assessing the amount of humic acid in different organic matter and the effect of humic acid existed in compost of municipal solid waste on some soil properties. Iranian Soil Science Congress. Karaj.

80- Sanchez–Sanchez A., Sanchez–Anderu J., Juarez M., Jorda J and Bermudez D. 2002. Humic substances and Amino acid improve effectiveness of Chelate FeEDDHA in Lemons trees. J. of Plant Nutrition, 25(11): 2433-2442.

81- Schnitzer M. 1977. Recent ndings of the characterization of humic substances extracted from soils from widely di¬ering climatic zones. Proceedings of the Symposium on Soil Organic Matter Studies, Braunsweig, 131-117.

82- Seyed Jamali Z., Astarai A.R., and Emami H. 2013. The effect of humic acid and compost on the absorbability of some micronutrients in Basil. The first National Congress on medicinal plants and sustainable agriculture. Hamedan. Faculity of shahid Mofateh.

83- Shahsavan Markadeh M., and Chamani E. 2014. Effects Of Various Concentrations And Time Of Humic Acid Application On Quantitative And Qualitative Characteristics Of Cut Stock Flower (*Matthiola Incana* 'Hanza'). Journal Of Science And Technology Of Greenhouse Culture, 5(19): 170-175.

84- Sharaf El-Din, M.N., Omaima M.N., Abd El-Kafie .O.M., EL-Bably S.Z., and Aboukamar A.N. 2011. Effect Of Fulvic Acid Extract And Chemical Fertilization On *Pancritium maritimum*. J. Plant Production, Mansoura Univ. 2(8): 1037-1045.

85- Sharif M., Khattak R. A., and Sarir M.S. 2002. Effect of different levels of lignitic cool derived humic acid on growth of maize plants. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 33: 3567-3580.

86- Sladky Z., Tichy V. 1959. Applications of humus substances to overground organs of plants. Biol. Plant, 1: 9-15.

87- Stephan W.K., and Charles W.J. 1994. Experimentation with Arkansas lignite to identify organic soil supplements suitable to regional agricultural needs. Proposal. Arkansas Technology University. Russellville.
88- Tan K.H., and Tantiwiramanond D. 1983. Effect of humic acids on nodulation and dry matter production of soybean, peanut and clover. Soil Sci, 47:1121-1124.
89- Tan K.H.2003. Humic Matter in Soil and the Environment. Marcel Dekker, New York.
90- Taylor G and Cooper L. 2004. Humic acid: The root to healthy plant growth. California State Science Fair, 1610.
91- Türkmen Ö., Dursun A., Turan M., and Erdinç Ç. 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlingsunder saline soil conditionspp. Acta Agriculture Scandinavica, 7:168-174.
92- Young C.C., and Chen L.F. 1997. Polyamines in humic acid and their effect on radical growth of lettuce seedling. Plant and Soil, 195: 143-149.
93- Zhang L., Sun X.Y., Tian Y., and Gong X.G. 2014. Biochar and humic acid amendments improve the quality of composted green waste as a growth medium for the ornamental plant *Calathea insignis*. Scientia Horticulturae, 176:70–78.

Journal of Horticultural Science
Vol. 32, No. 1, Spring 2018, P. 35-50
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص.۵۰-۳۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effects of Humic Acid and Fulvic Acid on some Morphological Characteristics of Geranium

R. AbaszadehFaruji[1]- M. Shoor[2*]- A. TehraniFar[3]- B. Abedi[4]- N. Safari[5]

Received: 31-07-2016
Accepted: 23-09-2017

Introduction: Ornamental plants play a vital role in meeting the mental and spiritual needs of peoplethat considered significance from commercial point of view as well. Optimal production of agricultural products requires suitable soil and adequate and absorbable nutrients for plant. Organic materials are important because ofimproving soil physical properties and soil fertility. Soil fertility depends on the content oforganic matter as well as the quality, quantity and dynamics of these materials insoil. Organic acids are an important source of organic matter. One of the most abundant forms of organic matter in nature is humic compounds which can be found in all soil and water environment. They play an important role in cation exchange, nutrients release, phosphorus buffering capacity and metal and toxic organic molecules maintenance.

Materials and Methods: In order to evaluate the effect of humic substances on morphological characteristics of geranium, thisexperiment was conducted in research greenhouse of Ferdowsi University of Mashhad during the years 2014 and 2015. The experiment was carried out as factorial based on completely randomized design with two factors and three replications. The first factor hadfour levels of humic acid (0, 0.2, 0.5 and 1 g/l), and the second hadfour levels of fulvic acid (0, 0.2, 0.5 and 1 g/ml). Treatment was usedalong with irrigation. Morphological characteristics included the number of leaves, number of nodes, number of branches, plant height, root length, leaf area, fresh weight of shoot, fresh weight of leaf, fresh weight of root, dry weight of shoot, dry weight of leaf, dry weight of root, volume of shoots, volume of root, fresh weight of shoot were measured at the end of the experiment. Statistical analysis of the results was performed by using Jmp-8 software. Charts were drawn using Excel 2010 and difference among treatments means were compared with LSD test.

Results and Discussion: The results of means comparison showed that combined use of humic acid and fulvic acid hadpositive effects on growth traits such as height, internode length, root length, fresh weight of shoot, fresh weight of root, fresh weight of leaf, dry weight of shoot, dry weight of leaf, volume of shoot, volume of root and leaf area. Research had shown that the application of humic fertilizers increased nitrogen content in shoots of the plant. It wasreported that nitrogen compounds existed in humic acid are important factors affecting the growth of plants. Humic acid also increasedshoot growth by increasing the uptake of nitrogen, calcium, phosphorus, potassium, manganese, zinc, iron and copper as well as hormone-like properties. It wasalso found that humic acid enhancedplant growth by increasing the activity of the RuBisCO enzyme and the subsequent increase in photosynthetic activity. Furthermore, humic acid reduced the pH of alkaline soils and causedthe nitrogen to be absorbed to a greater extent. The use of humic substances increased the leaf area and thus photosynthesis, therefore leading to the production of more dry matter in plants. Humic fertilizers also had a significant effect on root growth. Researchers had suggested that the presence of oxygen groups in humic acid increased lateral root growth. Although humic acid increased the growth of both root and shoot, its effectiveness on the root system wasmore evident.

Conclusions: This experiment was conducted with the aims of evaluating the effect of humic organic fertilizers, reducing the harmful effects of chemical fertilizers and improving the quality of plant growth in geranium. According to the results obtained from the present research, it can be concluded that combined application of humic acid and fulvic acid had greater effects on the majority of traits compared to the sole application of aforementioned compounds.

Keywords: Fulvic acid, Geranium, Humic acid, Ornamental plants

1, 2, 3, 4 and 5- M.Sc. Student, Associate Professor, Professor, Assistant Professor and M.Sc. Student, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
(*- Corresponding Author Email: Email: Shoor@um.ac.ir)