مقاله پژوهشی

بررسی اثر کمپوست ضایعات چوب و اسید هیومیک بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل آهار (*Zinnia elegans*)

سیده صغری اکبرزاده، مهناز کریمی* و ویدا چالوی

گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۰۶، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۱/۱۲/۱۶)

چکیده

گل آهار گیاهی یک‌ساله و پرکاربرد در فضای سبز است. با توجه به اهمیت بستر کشت در پرورش گیاهان زینتی این پژوهش به منظور بررسی اثر کمپوست ضایعات چوب و اسید هیومیک بر ویژگی‌های موفولوژیکی و فیزیولوژیکی آهار انجام شد. کمپوست ضایعات چوب (به نسبت‌های صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزین پیت‌ماس در بستر شاهد) به‌همراه اسید هیومیک (غلظت‌های صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) استفاده گردید. پیت‌ماس، پرلیت و خاک باغچه با نسبت حجمی مساوی به‌عنوان بستر شاهد استفاده شد. صفات مورد بررسی شامل عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ، ارتفاع گیاه، تعداد و سطح برگ، وزن تر و خشک گیاه، وزن تر و خشک ریشه، قطر گل و کلروفیل بود. طبق نتایج بدست آمده بیشترین میزان سطح برگ گیاه در کمپوست ۵۰ درصد به‌همراه ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک و بیشترین تعداد برگ در تیمار ۷۵ درصد کمپوست و اسید هیومیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به‌دست آمد. بیشترین قطر گل (۷۶/۲ میلی‌متر) در کمپوست ۱۰۰ درصد ثبت شد. میزان کلروفیل a و b در کمپوست ۱۰۰ درصد و اسید هیومیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بالاترین سطح را داشته است. بیشترین میزان نیتروژن (۰/۷۵ درصد) در کمپوست ۱۰۰ درصد کمپوست ثبت شد. کاربرد اسید هیومیک ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر باعث افزایش معنی‌دار پتاسیم گردید. به‌طورکلی نتایج نشان داد که کاربرد کمپوست در مقادیر ۵۰ تا ۱۰۰ درصد به‌همراه اسید هیومیک ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بر قطر گل، ارتفاع گیاه، تعداد برگ، کلروفیل و افزایش عناصر نیتروژن و پتاسیم برگ آهار مؤثر بوده است.

کلمات کلیدی: پتاسیم، سطح برگ، قطر گل، کلروفیل، مواد آلی

مقدمه

گل آهار با نام علمی *Zinnia elegans* گیاهی یکساله که کاربرد فراوانی در فضای سبز دارد و برخی رقم‌ها به‌عنوان گیاه گلدانی و یا شاخه بریدنی مورد توجه هستند. امروزه استفاده از بسترهای کشت مناسب، یکی از عوامل مهم در تولید و پرورش گیاهان زینتی به شمار می‌آید. کاهش آلودگی، صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش عملکرد در کشت‌های بدون خاک در مقایسه با تولیدات خاکی وجود دارد (Tzortzakis *et al.*, 2020). بسترهای مختلفی از جمله، پیت‌ماس، کوکوپیت، پرلیت، کمپوست مورد استفاده قرار می‌گیرند که کاربرد برخی از این بسترها منجر به افزایش هزینه‌های تولید می‌گردد. در این میان کمپوست می‌تواند جایگزینی مناسب برای اغلب بسترهای وارداتی و گران‌قیمت باشد. مقدار منابع کربن مورد استفاده در کمپوست یکی از محرک‌های احتمالی بهره‌وری است.

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: karimi@sanru.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-03]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.24.8]

مواد مقاوم با کربن بالا مانند خرده‌های چوب جز کلیدی کمپوست‌سازی هستند زیرا بستری را برای میکروب‌ها فراهم می‌کند تا تبدیل ضایعات مواد غذایی آلی به مواد معدنی را تسریع کنند (Carpenter and Rosenthal, 2012; Fox, 2011). تراشه‌های چوب در توده‌های کمپوست همچنین می‌توانند فعالیت میکروبی را با تسهیل هوادهی به‌ویژه در کمپوست‌هایی که به‌صورت توده‌ای بوده و زیر و رو نمی‌شوند را افزایش دهند (Carpenter and Rosenthal, 2012). کمپوست، کود آلی است که در بهبود بستر کشت و تغذیه گیاهان نقش دارد. صنایع چوب و کاغذ استان مازندران (واقع در شهر ساری) یکی از بزرگترین تولیدکنندگان انواع کاغذ، با ظرفیت تولید ۱۷۵۰۰۰ تن کاغذ در سال است. هر ساله این کارخانه برای تولید کاغذ به حدود ۴۰۰۰۰۰ تن چوب نیاز دارد. در فرایند تبدیل چوب به محصولات موردنظر، حدود ۲۰ درصد به صورت ضایعات سلولزی وارد سیستم تصفیه پساب کارخانه شده و به صورت پسماند آلی از کارخانه خارج و در محوطه‌ای انباشته و نگهداری می‌شود. در طی سال‌های اخیر از ضایعات سلولزی این کارخانه، کمپوست و کود آلی گرانوله تولید می‌شود. هزینه کم و در دسترس بودن کمپوست ضایعات چوب سبب کاربردی‌شدن این ماده آلی در بستر کشت محصولات کشاورزی می‌شود (شمسی و وطنی، ۱۳۹۸).

در کنار کمپوست استفاده از اسید هیومیک که یک ماده آلی کاملاً طبیعی است و از تجزیه نهایی مواد ارگانیک در خاک توسط قارچ‌های میکروسکوپی به‌دست می‌آید نیز می‌تواند جهت افزایش محصول و کیفیت آن بکار گرفته شود (Maccarthy, 2001). در واقع این ماده عصاره هوموس است. هوموس ماده‌ای است با رنگ قهوه‌ای تا سیاه که وزن مولکولی نسبتاً زیادی دارد و از طریق سنتز ثانویه تشکیل می‌گردد (لکزیان و میلانی، ۱۳۸۴). براساس نتایج پژوهش حسینی و همکاران (۱۳۹۶) کاربرد اسید هیومیک و نوع بستر کاشت تأثیر معنی‌داری بر صفات مورد بررسی در گل شاخه بریدنی رز رقم آنجلینا (*Rosa hybrida* cv. Angelina) داشت. صفات طول شاخه، قطر غنچه، قطر شاخه، وزن تر و خشک شاخه و میزان فسفر برگ در بستر ورمی‌کمپوست و کوکوپیت و کاربرد ۶ گرم در لیتر اسید هیومیک نسبت به بستر شاهد افزایش نشان دادند. همچنین کریمی و همکاران (۱۴۰۱) به بررسی پاسخ‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل نرگس تحت‌تأثیر کمپوست سنبل آبی (شاهد، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد حجمی) و اسید هیومیک (شاهد، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) پرداختند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که اثر کمپوست، اسید هیومیک و برهمکنش آن‌ها بر بیشتر صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. حداکثر اندازه قطر گل در کمپوست ۷۵ درصد به‌همراه استفاده از ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک ثبت شد. میزان غلظت عنصر پتاسیم در کمپوست ۷۵ درصد ترکیب با ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک در حداکثر بود. در بررسی رحمانی و همکاران (۱۳۹۸) اثر کمپوست تراشه چوب و اسید هیومیک بر خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی دو رگ سوسن رقم نشویل بررسی شد. طبق نتایج به‌دست آمده برهمکنش کمپوست و اسید هیومیک بر تعداد غنچه تشکیل‌شده معنی‌دار بود. کاربرد ۷۵ درصد کمپوست و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک سبب افزایش میزان کلسیم برگ شد. همچنین گیاهان کاشته‌شده در بستر پیت‌ماس که با اسید هیومیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر تیمار شده بودند دارای بیشترین میزان پتاسیم برگ بودند. با توجه به هزینه بالای برخی از بسترهای کشت و به منظور کاهش استفاده از کودهای شیمیایی، هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر کمپوست ضایعات چوب و اسید هیومیک بر ویژگی‌های رویشی و تغییر میزان برخی عناصر در گل آهار است.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار انجام شد. کمپوست ضایعات چوب (با نسبت‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ درصد حجمی جایگزین پیت ماس در تیمار شاهد) به‌عنوان فاکتور اول و اسید هیومیک (صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) به‌عنوان فاکتور دوم در نظر گرفته شدند. اسید هیومیک مورد استفاده برند اگرو نیترو

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-03]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.24.8]

جدول ۱- برخی از خصوصیات کمپوست و خاک مورد استفاده در آزمایش

بستر کشت	اسیدیته	هدایت الکتریکی (میلی‌زیمنس)	کربن آلی	مواد آلی	ازت کل (درصد)	فسفر کل (میلی‌گرم در لیتر)	پتاسیم کل (میلی‌گرم در لیتر)
خاک	۷/۵	۶/۹	۱۲/۸۷	۲۲/۱۸	۱/۲۸	۸۳	۸۹۶
کمپوست	۸	۳/۴	۱۳/۴۵	۲۳/۱۹	۱/۳۴	۹۶	۱۰۶۰

(شرکت آویژه سبز بهاران) حاوی ۵۰٪ مواد آلی، هیومیک و فولیک اسید کل ۷۵٪، پتاسیم قابل حل، ۹٪ و اسیدیته ۱۱-۹ بود. ترکیب بستر شاهد به نسبت حجمی مساوی شامل پیت‌ماس + پرلیت + خاک باغچه بود. قبل از شروع آزمایش میزان اسیدیته، هدایت الکتریکی و میزان عناصر موجود در بستر کشت مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱). ابتدا بذرهای گل آهار (*Zinnia elegans*) رقم Uproar Rose در گلدان‌های حاوی بسترهای آزمایش کشت گردید. زمانی که گیاهان به مرحله چهار برگی رسیدند غلظت‌های مورد نظر اسید هیومیک (برند پلنتز چویس حاوی ۶۰ درصد اسید هیومیک و ۱۲ درصد پتاسیم) هر ده روز یکبار تا زمان گلدهی پای بوته‌ها اضافه گردید (قربانعلی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۹). میانگین دمای شب و روز در گلخانه در طول آزمایش به‌ترتیب ۲±۱۸ و ۲±۲۲ درجه سانتی‌گراد و میانگین رطوبت گلخانه ۵۵ تا ۶۵ درصد بود.

زمانی که اولین غنچه در هر بوته باز شد صفاتی شامل ارتفاع، تعداد برگ، سطح برگ، قطر و وزن گل، وزن تر و خشک گیاه، وزن تر و خشک ریشه، کلروفیل، عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ مورد بررسی قرار گرفتند. برای محاسبه سطح برگ، برگ‌ها را اسکن نموده و با استفاده از نرم‌افزار Digimizer سطح آن‌ها برحسب سانتی‌متر مربع اندازه‌گیری شد (Dabiri *et al*., 2021). برای اندازه‌گیری وزن کل، گیاه به‌طور کامل از گلدان خارج شد و پس از شستشوی ریشه، وزن تر با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت یک‌هزارم گرم اندازه‌گیری گردید، سپس نمونه‌ها در درون پاکت، به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد آون قرار گرفتند و در نهایت وزن خشک با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع گیاه، از خط‌کش استفاده شد. برای اندازه‌گیری وزن تر، ریشه را با آب شستشو داده تا باقیمانده خاک جدا شده و تمیز گردد. پس از آنکه آب اضافی خارج شد به کمک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ وزن آنها اندازه‌گیری و ثبت گردید. سپس نمونه‌ها را درون پاکت قرار داده و به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد آون قرار داده شد و در نهایت وزن خشک با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. پس از بازشدن غنچه‌ها، قطر گل‌ها با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. پس از باز شدن کامل گل، آن را جدا نموده و با استفاده از ترازوی دیجیتال وزن آن اندازه‌گیری گردید. پس از استخراج کلروفیل، میزان جذب با دستگاه اسپکتوفتومتری خوانده شد (Lichtenthaler and Buschman, 2001). برای بررسی عناصر، نمونه برگی از هر تیمار تهیه شد. جهت عصاره‌گیری دو گرم نمونه خشک گیاهی توزین و در کوزه چینی ریخته شد و در کوره تا ۵۵۰ درجه به‌مدت چهار ساعت حرارت دیده و خاکستر حاصل با آب‌مقطر و ۱۰ میلی‌لیتر اسید هیدروکلریک دو مولار به حجم رسانده شد. سپس عناصر نیتروژن و پتاسیم (Chapman and Pratt, 1962) و فسفر (Elmer and Conn, 1982) اندازه‌گیری شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام گرفت.

نتایج و بحث

صفات رویشی: نتایج نشان داد که برهمکنش بستر کشت و اسید هیومیک بر سطح برگ، وزن تر و خشک گیاه، وزن تر و خشک برگ و وزن تر ساقه معنی‌دار بود. اما برهمکنش بستر و اسید هیومیک بر ارتفاع گیاه اثر معنی‌داری نداشت و ارتفاع گیاه تحت‌تأثیر هر یک از تیمارها به‌طور جداگانه قرار گرفت (جدول ۲).

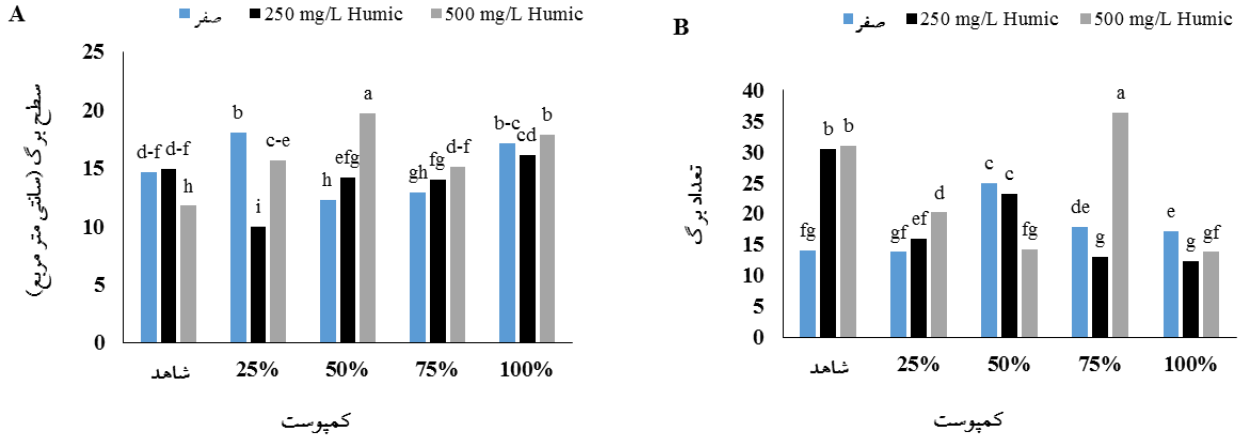
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-03]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.24.8]

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات رویشی گیاه آهار تحت‌تأثیر بستر کمپوست و اسید هیومیک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		سطح برگ	تعداد برگ	وزن تر گیاه	وزن خشک گیاه	ارتفاع گیاه	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه
بستر (A)	۴	۱۶/۰۱**	۲۷۹/۰۸**	۷/۶۲۳**	۰/۲۵۳ns	۴۷/۷۴*	۲/۹۳۸**	۰/۱۳۲**
اسید هیومیک (B)	۲	۱۸/۰۸**	۲۰۸/۱۷**	۱۸/۹۶۰**	۰/۱۵۵ns	۷۳/۳۵*	۱۱/۸۶۴**	۰/۰۲۱ns
A×B	۸	۲۴/۴۱**	۳۱۷/۹۰**	۱۸/۱۶۸**	۰/۹۶۲**	۳۰/۳۹ns	۱۰/۶۸۷**	۰/۰۹۵**
خطا	۶۰	۲/۰۹	۵/۴۵	۱/۱۴۰	۰/۱۳۴	۱۶/۵۱	۰/۷۸۵	۰/۰۰۷
ضریب تغییرات		۱۱/۰۳	۱۱/۷۳	۱۲/۲۷	۲۳/۵۸	۱۱/۱۴	۱۰/۲۷	۱۱/۱۹

ns، * و به‌ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد**



شکل ۱- اثر کمپوست و اسید هیومیک بر سطح برگ (A) و تعداد برگ (B) گیاه آهار. ستون‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

نتایج نشان داد که برهمکنش کمپوست و اسید هیومیک بر سطح برگ گیاه معنی‌دار بود، به‌طوریکه در سطح ۵۰ درصد کمپوست به‌همراه ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک بیشترین میزان سطح برگ با ۱۶/۶۸ سانتی‌متر مربع مشاهده گردید (شکل ۱A). در بستر شاهد استفاده از اسید هیومیک اثر معنی‌داری بر تعداد برگ داشت و موجب افزایش تعداد برگ آهار شد. در تیمارهای دارای کمپوست نیز کاربرد اسید هیومیک مؤثر بوده، به‌طوریکه بیشترین تعداد برگ در تیمار ۷۵ درصد کمپوست و کاربرد اسید هیومیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد (شکل ۱B).

مخلوط‌کردن کمپوست با خاک از طریق کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک سبب افزایش آب قابل دسترس آن می‌گردد همچنین این موضوع ممکن است تبخیر از سطح خاک را کاهش داده و سبب افزایش ذخیره آب شود (Al-Bataina *et al.*, 2016) که این دسترسی موجب افزایش وزن و رشد گیاه می‌گردد. نتایج پژوهش حاضر حاکی از اثر مثبت اسید هیومیک بر سطح برگ بود که با نتایج دستیاران و حسینی (۱۳۹۶) که بیان داشتند اسید هیومیک سبب افزایش سطح برگ در گل رز (*Rosa hybrida*) می‌شود، مطابقت دارد. گزارش شده که درصدهای بالای کمپوست احتمالاً به‌دلیل کاهش خلل‌وفرج و زهکشی نامطلوب، کاهش رشد ریشه و درنهایت کاهش جذب عناصر به‌ویژه نیتروژن، می‌تواند موجب کاهش پارامترهای

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-03]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.24.8]

رویشی از جمله تعداد برگ شود (زورمان، ۱۳۹۹) که با پژوهش حاضر همخوانی دارد. همچنین بیان شده که مواد هیومیکی با افزایش قابلیت جذب مواد غذایی از جمله نیتروژن که نقش مهمی در فتوسنتز دارد، سبب افزایش تعداد، وزن و اندازه برگ می‌شوند (Zeinali and Moradi, 2015).

در بستر حاوی ۵۰ درصد کمپوست کاربرد اسید هیومیک (۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) سبب افزایش وزن تر گردید (شکل ۲A).

طبق نتایج بدست آمده در بستر حاوی ۵۰٪ درصد کمپوست به‌همراه ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک بیشترین وزن تر (۱۳/۳۵ گرم) گیاه مشاهده شد (شکل ۲A). حداکثر وزن خشک گیاه در بستر حاوی ۷۵٪ کمپوست به‌همراه ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک ثبت شد (شکل ۲B). گزارش شده که کاربرد کودهای آلی باعث بهبود ساختمان خاک شده و موجب تهویه مناسب و گسترش بهتر ریشه در خاک و افزایش رشد رویشی و زایشی گیاه می‌شود (Arancon *et al*., 2003). گزارش‌های زیادی در مورد توانایی مواد هیومیک در افزایش رشد در گونه‌های مختلف گیاهی ارائه شده است. سید جمالی و همکاران (۱۳۹۲) تأثیر اسید هیومیک و کمپوست را بر گیاه ریحان مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از آن بود که کودهای آلی موجب افزایش معنی‌دار وزن تر و خشک کل اندام هوایی گیاه، وزن تر و خشک برگ و نسبت وزن برگ به وزن ساقه شد. همچنین نتایج پژوهش حسینی و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد که کاربرد اسید هیومیک و نوع بستر کاشت تأثیر معنی‌داری بر صفات مورد بررسی در گل شاخه بریدنی رز رقم آنجلینا داشت. به‌طوریکه صفات وزن تر و خشک شاخه در بستر ورمی‌کمپوست و کوکوپیت و کاربرد ۶ گرم در لیتر اسید هیومیک نسبت به بستر شاهد افزایش نشان دادند. تأثیر مثبت کمپوست بر صفات رویشی می‌تواند به‌دلیل ایجاد تعادل عناصر غذایی، تأمین رطوبت مناسب برای گیاه و در نتیجه افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت بستر کاشت باشد. اسید هیومیک ترکیب پلیمری طبیعی است که می‌تواند به‌صورت مستقیم (به‌عنوان ترکیب شبه‌هورمونی اکسین و سایتوکینین) و یا غیرمستقیم باعث افزایش جذب عناصر غذایی و افزایش تقسیم سلولی در نتیجه افزایش وزن گیاه شود (Nardi *et al*., 2002). در مطالعه‌ای کاربرد غلظت‌های مختلف اسید هیومیک سبب افزایش قطر ساقه، طول ساقه، وزن خشک و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی شد (Turkmen *et al*., 2004).

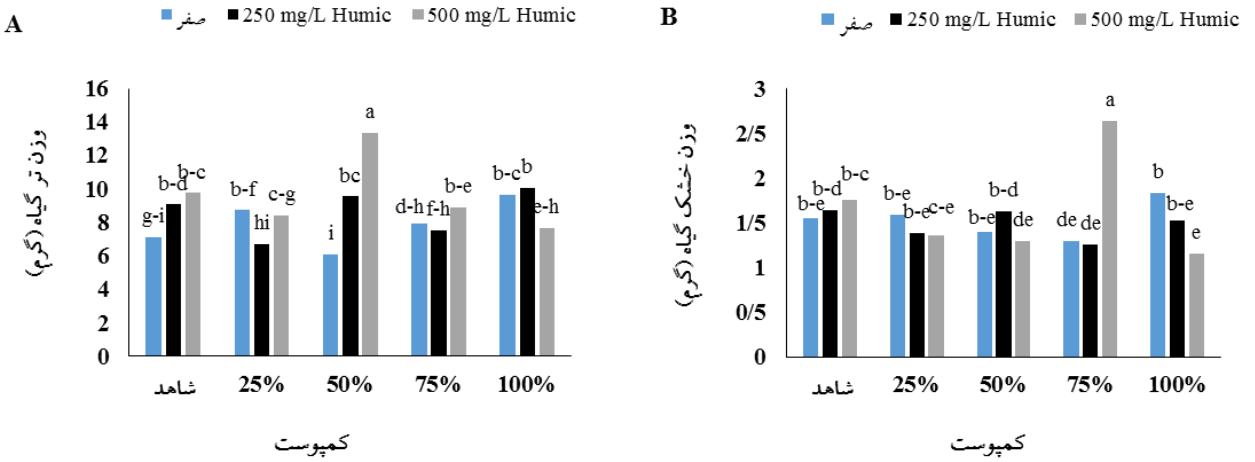
طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر ساده کمپوست و اسید هیومیک بر ارتفاع گیاه معنی‌دار بود (جدول ۱). گیاهان تیمارشده با ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک بیشترین ارتفاع (۳۸ سانتی‌متر) را داشتند که تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت (شکل ۳A). بیشترین ارتفاع (۳۹/۲۰ سانتی‌متر) در گیاهان کشت‌شده در بستر حاوی ۷۵٪ کمپوست مشاهده شد. تیمار مذکور تفاوت معنی‌داری با بستر ۱۰۰ درصد کمپوست نداشت (شکل ۳B).

در پژوهشی بستر کشت آزولا (*Azolla filiculoides*) باعث افزایش ارتفاع در گیاه فیکوس بنجامین (*Ficus benjamina*) گردید (محبوب خمامی و پاداشت دهکایی، ۱۳۸۸). استفاده از اسید هیومیک (دو میلی‌لیتر در یک لیتر آب) در ترکیب با کود NPK (۱۷:۱۷:۱۷) سبب افزایش تعداد گلچه در هر خوشه، تسریع گلدهی و افزایش طول گل‌آذین گلایل (*Gladiolus grandiflorus* L.) شد (Ahmad *et al*., 2013).

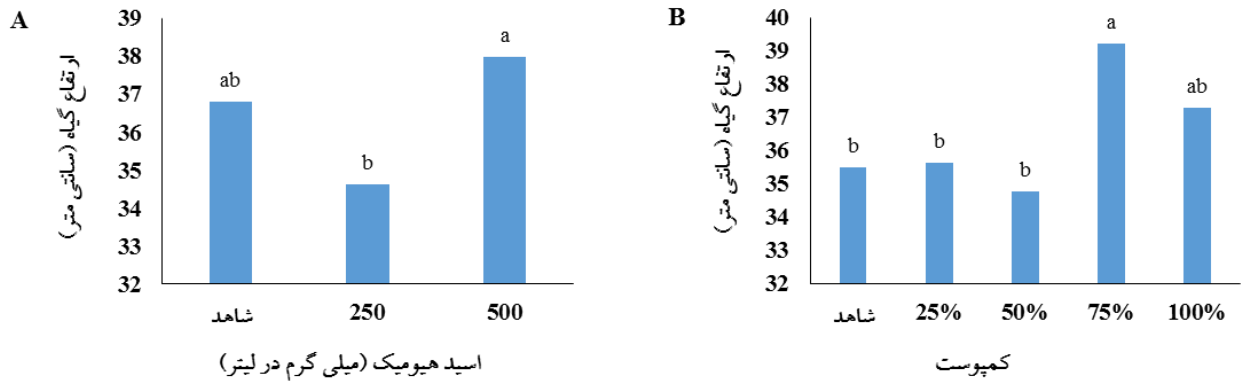
یکی از مزایای استفاده از کودهای آلی افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها است. از مهمترین فعالیت میکروارگانیسم‌ها تبدیل نیتروژن آمونیومی به نیتراتی است و از جمله اثرات مثبت آن‌ها در بستر کشت، گسترش ریشه‌ها و بهبود رشد بخش‌های هوایی گیاه می‌باشد (Huerta *et al*., 2010). اسید هیومیک از راه تأثیر هورمونی و با تأثیر بر سوخت‌وساز سلول‌های گیاهی و همچنین با توان کلات‌کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه می‌شود (Nardi *et al*., 2002). همچنین کاربرد کودهای آلی سبب بهبود ساختمان خاک شده و موجب تهویه مناسب و گسترش بهتر ریشه در خاک و افزایش رشد رویشی و زایشی گیاه می‌شود (Arancon *et al*., 2003).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-03]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.24.8]



شکل ۲- برهمکنش اثر کمپوست و اسید هیومیک بر وزن تر(A) و خشک (B) گیاه آهار. ستون‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD ندارند.

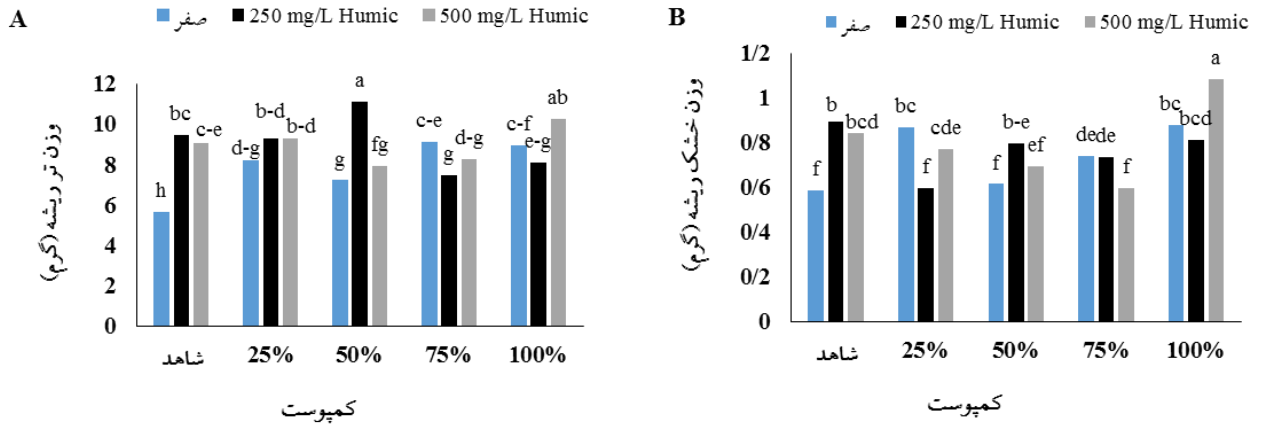


شکل ۳- اثر اسید هیومیک (A) و کمپوست (B) بر ارتفاع گیاه آهار. ستون‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

طبق نتایج پژوهش حاضر برهمکنش بستر و اسید هیومیک بر وزن تر و خشک ریشه معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین وزن تر ریشه در کمپوست ۵۰ درصد به‌همراه اسید هیومیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر ثبت شد که تفاوت معنی‌داری با بستر ۱۰۰ درصد کمپوست در ترکیب با اسید هیومیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر نداشت (شکل ۴A). گیاهان کشت‌شده در کمپوست ۱۰۰ درصد که با اسید هیومیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر تیمار شده بودند دارای بالاترین وزن خشک ریشه بودند (شکل ۴B).

گزارش شده که اسید هیومیک از طریق فعال‌کردن آنزیم‌های مسیر چرخه نیتروژن سبب افزایش فعالیت میکروبی و طویل‌شدن ریشه‌ها می‌گردد (Calvo *et al.*, 2014). Eshghi و Garazhian (۲۰۱۵) بیان کردند اسید هیومیک می‌تواند با افزایش جذب مواد غذایی و انتقال مواد هورمونی باعث افزایش اندازه ریشه گردد. مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر کمپوست آزولا در بستر کشت گیاه زینتی پدیلانتوس (*Euphorbia tithymaloides*) اثر معنی‌داری بر وزن تر و خشک ریشه نسبت به شاهد داشت (امیدی و همکاران، ۱۳۹۷). مواد هیومیکی غنی از مواد غذایی به‌ویژه نیتروژن بوده این مواد می‌توانند موجب تحریک رشد ریشه با تأثیر بر فعالیت پمپ‌های ATP-ase در پلاسمالما، تونوپلاست و واکوئل شوند (Zandonadi *et al.*, 2007). مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-03]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.24.8]



شکل ۴- برهمکنش اثر کمپوست و اسید هیومیک بر وزن تر (A) و خشک (B) ریشه گیاه آهار. ستون‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD ندارند.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر بستر کمپوست و اسید هیومیک بر برخی صفات مورد بررسی در گل آهار

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		قطر گل	وزن گل	کلروفیل a	کلروفیل b	نیتروژن	پتاسیم	فسفر
بستر (A)	۴	۱۱۴/۰۸^{ns}	۱/۶۴۸**	۰/۰۲۰**	۰/۰۳۸**	۰/۰۴۴**	۰/۰۱۴**	۰/۰۰۲**
اسید هیومیک (B)	۲	۲۴۷*	۱۸/۱۲۷**	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۵*	۰/۰۰۵**
A×B	۸	۱۶۳/۴۶*	۱۲/۲۹۵**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۵**	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۱*
خطا	۶۰	۷۶/۸۵	۰/۴۴۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۶
ضریب تغییرات		۱۳/۶۲	۱۵/۴۷	۱۰/۳۲	۱۴/۱۸	۸/۸۴	۹/۸۵	۱۳/۰۲

ns، * و به‌ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد**

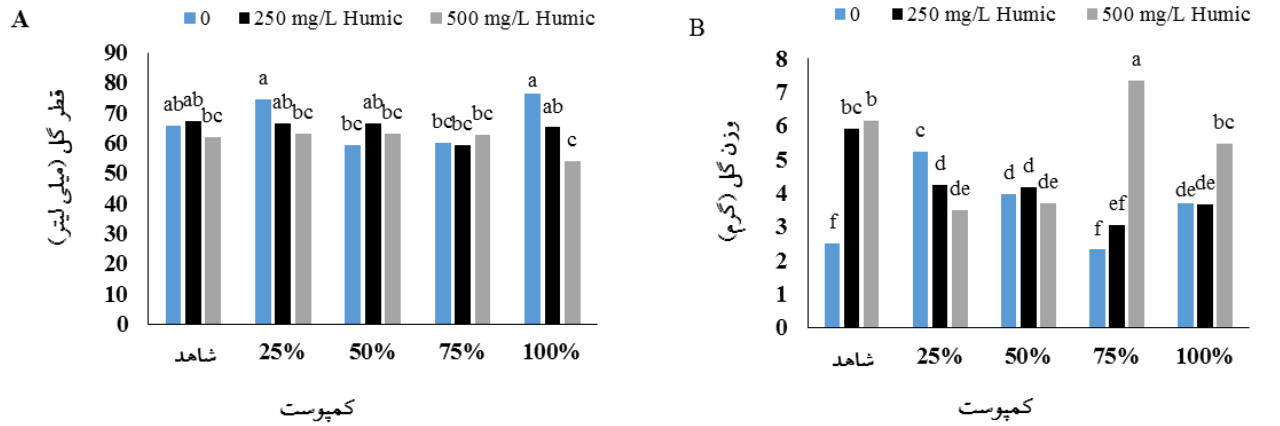
اسید هیومیک سبب بهبود جذب مواد غذایی و افزایش زیست توده ریشه در گل ژربرا شد (نیکبخت و همکاران، ۱۳۸۶).

صفات زایشی و فیزیولوژیکی: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد برهمکنش بستر و اسید هیومیک بر قطر گل، وزن گل، کلروفیل a و b و فسفر معنی‌دار شده است. همچنین اثر ساده بستر بر نیتروژن و اثر ساده بستر و اسید هیومیک بر پتاسیم معنی‌دار بود (جدول ۳).

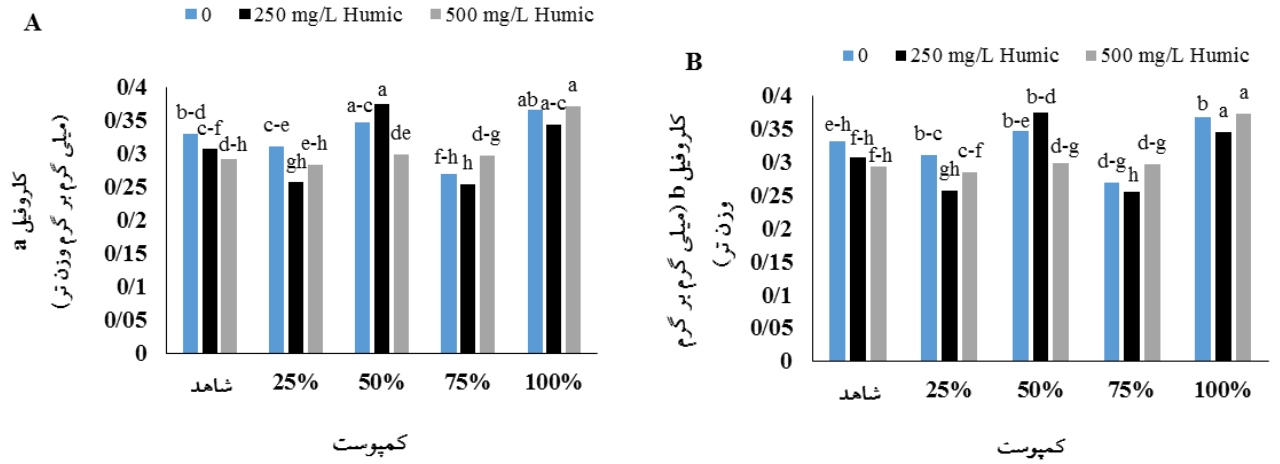
بیشترین اندازه قطر گل در بستر کشت حاوی ۲۵ و ۱۰۰ درصد کمپوست مشاهده شد. در سایر تیمارها کاربرد اسید هیومیک ۲۵۰ میلی‌گرم اثر مثبتی بر افزایش قطر گل داشته اشت (شکل ۵A). بیشترین وزن گل (۷/۳۴ گرم) در گیاهان پرورش‌یافته در بستر حاوی ۷۵ درصد کمپوست به همراه اسید هیومیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد (شکل ۵B).

حضور کمپوست در بستر کشت به‌علت بهبود خواص فیزیکی خاک، حفظ رطوبت و تعادل عناصر غذایی باعث رنگ‌گیری و افزایش قطر گل در گیاهان زینتی می‌شود (Atiyeh *et al.*, 2002). در پژوهشی روی گل جعفری (*Tagetes ereceta*)، کاربرد کمپوست باعث افزایش قطر گل گردید (Hidlago *et al.*, 2006). به نظر می‌رسد از آنجایی که اسید هیومیک نقش مهمی در جذب عناصر غذایی دارد باعث افزایش قطر گل در این آزمایش شده باشد. مشابه این نتایج گزارش شده است که با کاربرد اسید هیومیک روی گل رز شاخه بریدنی، قطر ساقه و قطر جوانه گل بهبود یافت (حسینی و همکاران، ۱۳۹۶).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-03]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.24.8]



شکل ۵- برهمکنش اثر کمپوست و اسید هیومیک بر قطر (A) و وزن (B) گل گیاه آهار. ستون‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.



شکل ۶- برهمکنش اثر کمپوست و اسید هیومیک بر کلروفیل a (A) و کلروفیل b (B) گیاه آهار. ستون‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD ندارند.

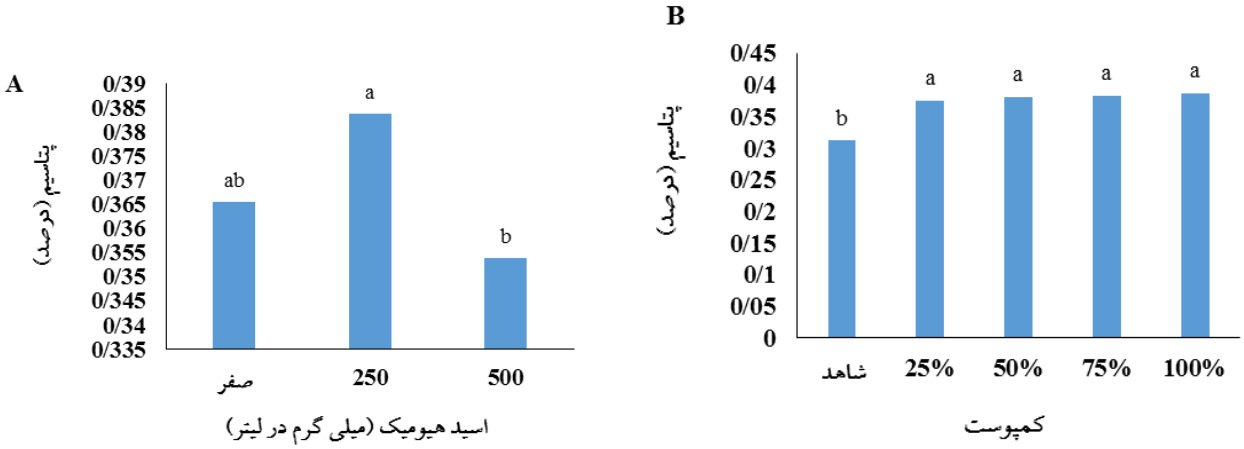
در پژوهش حاضر بیشترین محتوای کلروفیل a در بسترهای حاوی ۵۰ و ۱۰۰ درصد کمپوست بود. کاربرد اسید هیومیک در هر دو بستر مذکور تأثیر مثبتی در محتوای کلروفیل a داشت (شکل ۶A). بیشترین محتوای کلروفیل b در بستر کمپوست ۱۰۰ درصد به‌همراه اسید هیومیک ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر ثبت شد (شکل ۶B).

فتوسنتز فرایند پیچیده‌ای است که انرژی لازم برای رشد و تولید مثل گیاه را فراهم می‌کند. کلروفیل رنگ‌دانه اصلی جذب نور و فتوسنتز است. فسفر، نیتروژن، پتاسیم و آهن در فتوسنتز نقش مهمی دارند بنابراین می‌توان چنین بیان کرد که مصرف اسید هیومیک موجب فراهمی بیشتر این عناصر برای گیاه می‌گردد (Fernandez-Escobar *et al.*, 1996). کاربرد کودهای آلی بر سنتز رنگدانه‌های گیاهی تأثیر می‌گذارد. این امر به‌دلیل فراهمی عناصر معدنی و قابلیت جذب بیشتر نیتروژن از محیط خاک است. در پژوهشی محلول‌پاشی ۵۰۰ میلی‌گرم اسید هیومیک نقش مؤثری در افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی در برگ گیاه همیشه‌بهار داشت (*Calendula officinalis*) (نظری دلجو و الهوردی‌زاده، ۱۳۹۳).

همچنین بستر کمپوست می‌تواند با افزایش میزان دسترسی به مواد غذایی به‌ویژه نیتروژن اثر مستقیم بر ساخت کلروفیل

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-03]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.24.8]

شکل ۷- اثر کمپوست بر میزان نیتروژن برگ گیاه آهار. ستون‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD ندارند.



شکل ۸- اثر اسید هیومیک (A) و کمپوست (B) بر میزان پتاسیم در برگ گیاه آهار. ستون‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

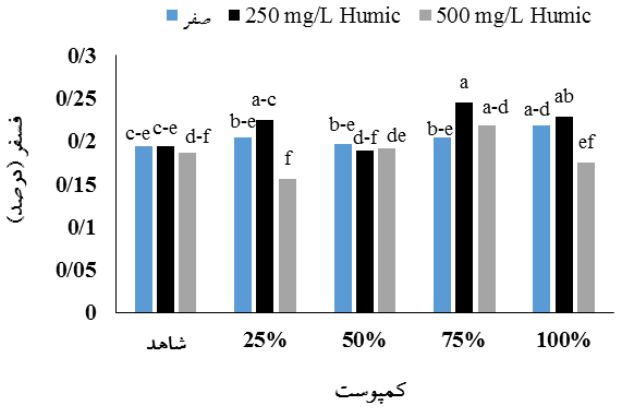
داشته باشد و باعث افزایش میزان کلروفیل گردد. افزایش میزان کلروفیل در گل لیلیوم (*Lillium longiflorum*) در بستر حاوی کمپوست گزارش شده است (Mirakalaei *et al.*, 2013). افزودن ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست به بستر گیاه استویا باعث افزایش کلروفیل a، کلروفیل کل و کاروتنوئید گردید (Yousefi Shiadeh *et al.*, 2015).

طبق نتایج بدست آمده برهمکنش بستر و هیومیک بر میزان نیتروژن برگ آهار معنی‌دار نبود و تنها اثر ساده بستر کشت بر میزان نیتروژن معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین میزان نیتروژن در کمپوست ۱۰۰ درصد ثبت شد (شکل ۷).

بیشترین عنصر پتاسیم در گیاهان تیمارشده با اسید هیومیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر ثبت شد که تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت (شکل ۸A). تمامی بسترهای مورد استفاده در مقایسه با تیمار شاهد سبب افزایش پتاسیم برگ شدند (شکل ۸B).

بیشترین مقادیر فسفر برگ در گیاهان کشت‌شده در بستر حاوی کمپوست ۷۵ درصد به همراه اسید هیومیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود. این تیمار تفاوت معنی‌داری با بستر ۲۵ و ۱۰۰ درصد در ترکیب با اسید هیومیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر نداشت. کاربرد اسید هیومیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیز در بستر ۷۵ درصد تفاوت معنی‌داری با تیمارهای مذکور نداشت (شکل ۹).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-03]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.24.8]



شکل ۹- برهمکنش کمپوست و اسید هیومیک بر میزان فسفر گیاه آهار. ستون‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD ندارند.

در پژوهش حاضر غلظت عناصر موجود در برگ در بیشتر بسترها افزایش یافت و تنها عنصر نیتروژن تحت‌تأثیر اسید هیومیک قرار نگرفت اما در بسترهای دارای کمپوست افزایش معنی‌داری را نسبت به شاهد نشان داد. گزارش‌ها نیز نشان می‌دهد کمپوست و ورمی‌کمپوست دارای عناصر غذایی قابل دسترس از جمله نیتروژن، پتاسیم، فسفر و کلسیم محلول برای گیاه بوده و تأثیر مثبت بر رشد و عملکرد گیاهان دارد (Hu and Barker, 2004). با افزایش اسید هیومیک و رسیدن آن به ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در بیشتر بسترهای مورد استفاده از میزان عناصر پتاسیم و فسفر برگ کاسته شد که این امر می‌تواند به‌دلیل افزایش اسیدیته و کاهش جذب عناصر باشد (Sonter *et al.*, 2018). در پژوهشی کاربرد کمپوست ضایعات کشاورزی مقادیر عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم را در برگ گوجه‌فرنگی افزایش داد (Hu and Barker, 2004). در پژوهشی افزودن کمپوست زباله شهری، فضولات گاوی و تراشه‌های چوب به بستر کشت گیاهان سبب افزایش نیتروژن شد (Wani and Momta, 2013).

به کارگیری کودهای آلی هیومیکی به‌طور غیرمستقیم از طریق فراهم‌آوردن عناصر معدنی مانند فسفر و پتاسیم و همچنین عناصر کم‌مصرف برای ریشه، بهبود ساختار خاک و افزایش نفوذپذیری بستر به آب‌وهوا، زیادشدن جمعیت میکروبی و افزایش تبادل کاتیونی، باعث حاصلخیزی خاک و در نتیجه افزایش عملکرد و بهبود صفات کیفی در گیاه می‌شوند (Sharif *et al.*, 2002). تأثیر اسید هیومیک بر عملکرد جذب عناصر پرمصرف در نخود، نشان داد که جذب عناصر پرمصرف فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم افزایش یافته و باعث افزایش وزن و درنهایت افزایش عملکرد گردید (Saki Nejad *et al.*, 2011). نتایج پژوهش حاضر نیر نشان‌دهنده افزایش میزان پتاسیم و فسفر درنتیجه افزایش میزان اسید هیومیک است که با نتایج سایر پژوهشگران مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

کاربرد کمپوست در سطوح متوسط تا زیاد به‌همراه غلظت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک بر صفات مورفولوژیکی اثرگذار است. به‌طوریکه کاربرد همزمان این دو ترکیب موجب افزایش معنی‌دار صفات مختلف از قبیل تعداد و سطح برگ، ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک گیاه و ریشه گیاه آهار شد. همچنین به‌کارگیری سطوح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد کمپوست به‌همراه غلظت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک توانسته بر پارامترهای مرتبط به گل، رنگیزه و عناصر (پتاسیم و فسفر) اثرگذار باشد. همچنین عنصر نیتروژن تنها تحت‌تأثیر بستر قرار گرفته و کاربرد مقادیر مختلف کمپوست موجب افزایش سطح آن شده است.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-03]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.24.8]

منابع

امیدی، جلال، عبدالمحمدی، سمانه، بخشی‌پور، مهدی، و شیخ‌پور، میثم (۱۳۹۷). امکان جایگزینی پیت– پرلیت– ماسه با کمپوست آزولا در بستر کشت پدیلانتوس (*Pedilanthus tithymaloides* L.). *فصل‌نامه بیولوژی کاربردی*، ۸(۴)، ۲۰–۱۳.

اله ویردی‌زاده، ندا، و نظری دلجو، محمدجواد (۱۳۹۳). تأثیر هومیک اسید بر شاخص‌های مورفو فیزیولوژیک، جذب عنصرهای غذایی و دوام عمر پس از برداشت گل شاخه بریدنی همیشه‌بهار در سیستم هیدروپونیک. *مجله روابط خاک و گیاه*، ۵ (۱۸)،۱۳۱– DOR: 20.1001.1.20089082.1393.5.2.12.6.۱۴۲

حسینی، سعید، حسینی فرهی، مهدی، ابوطالبی، عبدالحسین.، و جوکار، محمدمهدی. (۱۳۹۶). تأثیر بسترهای مختلف کشت و هیومیک اسید بر رشد و میزان جذب عناصر در گل شاخه بریدنی رز. *مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای*، ۸(۲)، ۱۰۲–۸۹. https://doi.org/10.18869/acadpub.ejgcst.8.2.89

دستیاران، مهدی، و حسینی فرحی، مهدی (۱۳۹۶). اثر اسید هیومیک و پوتریسین بر ویژگی رویشی و عمر گلجایی گل رز در سیستم کشت بدون خاک. *مجله علوم فنون و کشت گلخانه‌ای*، ۵(۲۰)، ۲۵۴–۲۴۳.

رحمانی، فاطمه، کریمی، مهناز، و مرادی، حسین (۱۳۹۸). بررسی اثر کمپوست تراشه‌های چوب و اسید هیومیک بر رشد، گل‌دهی و عمر گلجایی دو رگ لیلیوم (*Longiflorum* × *asiatic*) رقم نشویل. *مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار*،۳۰(۳)، ۱۸۵–۲۰۲. DOR: 20.1001.1.24764310.1399.30.3.11.6

زورمان، حلیمه (۱۳۹۹). بررسی اثر کمپوست سنبل آبی و اسید هیومیک بر ویژگی‌های رویشی و گل‌دهی سوسن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری، ساری، ایران.

سید جمالی، زهره، آستارائی، علی رضا.، و امامی، حجت (۱۳۹۲). تأثیر اسید هیومیک، کمپوست زباله شهری و مقادیر فسفر بر خصوصیات رشدی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum bacilicum*). مجموعه مقالات دومین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی و محیط‌زیست سالم، همدان، ایران.

شمسی، سعید، و وطنی، لیلا (۱۳۹۸). تولید کود کمپوست با استفاده از ضایعات چوبی گامی در راستای توسعه پایدار. دومین همایش ملی منابع طبیعی و توسعه پایدار در زاگرس، شهرکرد، ایران.

قربانعلی‌زاده، فاطمه، کریمی، مهناز، قاسمی، کامران، و حاتمی، مهرناز (۱۳۹۹). ارزیابی اثر کمپوست سنبل آبی و هیومیک اسید بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و بیوشیمیایی ژربرا (*Gerbera jamesonii* Bolus. cv. Artist). *مجله علوم باغبانی (علوم وصنایع کشاورزی)*، ۳۴(۲)، ۳۳۵– ۳۴۷. https://doi.org/10.22067/JHORTS4.V34I2.87001

کریمی، مهناز، اکبرپور، معصومه، و جلیلی، بهی (۱۴۰۱). پاسخ مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل نرگس (*Narcissus jonquilla* cv. German) به کاربرد کمپوست سنبل آبی و اسید هیومیک. *مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار*، ۳۲(۴)، ۱۲۹–۱۴۲. https://doi.org/10.22034/SAPS.2022.47818.2731

محبوب خمامی، علی، و پادداشت، محمدنقی. (۱۳۸۸). اثر آزولای کمپوست‌شده در بسترهای مختلف کشت بر رشد و ترکیب عناصر غذایی در گیاه فیکوس بنجامین ابلق رقم استارلای. *مجله به‌زراعی نهال و بذر*، ۲۵(۴)، ۴۳۰– ۴۱۷ https://doi.org/ 10.22092/SPPJ.2017.110387

لکزیان، امیر، و میلانی، نرگس (۱۳۸۴). اصول و کاربرد میکروبیولوژی خاک. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

نیکبخت، علی، کافی، محسن، بابالار، مصباح، اعتمادی، نعمت اله، ابراهیم‌زاده، حسن، و شیا پی، پینگ (۱۳۸۶). اثر هیومیک اسید بر جذب کلسیم و رفتار فیزیولوژیکی پس از برداشت گل ژربرا. *مجله علوم و فنون باغبانی ایران*، ۸(۴)، ۲۳۷–۲۴۸.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-03]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.24.8]

Ahmad, I., Usman Saquib, R., Qasim, M., Saleem, M., Sattar Khan, A., & Yaseen, M. (2013). Humic acid and cultivar effects on growth, yield, vase life, and corm characteristics of gladiolus. *Chilean Journal of Agricultural Research, 73*(4), 339-344. https://doi.org/10.4067/S0718-58392013000400002.

Al-Bataina, B. B., Young, T. M., & Ranieri, E. (2016). Effects of compost age on the release of nutrients. *International Soil and Water Concervation Reacearch, 4*, 230-236. https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2016.07.003.

Arancon, N. Q., Lee, S., Edwards, C. A., & Atiyeh, R. (2003). Effect of humic acids derived from cattle, food and paper-waste vermicompost on growth of green house plants. *Pedobiologia, 47*(5-6), 741-744. https://doi.org/10.1078/0031-4056-00253.

Atiyeh, R. M., Lee, S., Edwards, C. A., Arancon, N. Q., & Metsger, J. D. (2002). The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology, 84*(1), 7-14. https://doi.org/10.1016/s0960-8524(02)00017-2.

Calvo, P., Nalson, L., & Klopper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil, 1*(2), 383-391. https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8.

Carpenter, N., & Rosenthal, W. (2012). The Essential Urban Farmer. Penguin Publishing Group.

Chapman, H. D., & Pratt, P. F. (1962). Methods of analysis for soils, plants and waters. *Soil Science, 93*(1), 68.

Dabiri, M., Majdi, M., & Bahramnejad, B. (2021). Spatial and developmental regulation of putative genes associatedwith the biosynthesis of sesquiterpenes and pyrethrin I in *Chrysanthemum cinerariaefolium*. *Biologia, 76*, 1603–1616. https://doi.org/10.1007/s11101-005-3747-3.

Elmer, P., & Conn, N. (1982). Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry. Perkin Elmer, Norwalk, CT.

Eshghi, S., & Garazhian, M. (2015). Improving growth, yield and fruit quality of strawberry by foliar and soil drench applications of humic acid. *Iran Agricultural Research, 34* (1), 14-20.

Fernandez-Escobar, R., Benlloch, M., Barrancd, D., Duenas, A., & Guterrez Ganan, J. A. (1996). Response of olive trees to foliar application of humic substances extracted from leonardite. *Scientia Horticulture, 66*(3-4), 191-200.

Fox, T. (2011). Urban Farming: Sustainable City Living in your Backyard, in your Community, and in the World. Irvine CA: i5 Publishing.

Hidlago, P. R., Matta, F. B., & Harkess, R. L. (2006). Physical and chemical properties of substrates containing earthworm castings and effects on marigold growth. *Horticultural Science, 4*(1), 1474-1476. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.6.1474.

Hu, Y., & Barker, A. V. (2004). Effects of composts and their combinations with other materials on nutrient accumulation in tomato leaves. *Soil Science and Plant Analysis, 35*, (19-20), 2809-2823. https://doi.org/ 10.1081/CSS-200036458.

Huerta, E., Vidal, O., Jarquin, A., Geissen, V., & Gomez, R. (2010). Effect of vermicompost on the growth and production of Amashito Pepper, Interactions with Earthworms and Rhizobacteria. *Compost Science and Utilization, 18*(4), 282-288. https://doi.org//10.1080/1065657X.2010.10736967.

Lichtenthaler, H. K., & Buschmann, C. (2001). Extraction of phtosynthetic tissues: Chlorophylls and carotenoids. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry, 1*(1), 2-4. https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0402s01.

Maccarthy, P. (2001). The principles of humic substances. *Soil Science, 166*(11), 738-751.

Mirakalaei, S. M., Ardebill, Z. O., & Mostafavi, M. (2013). The effects of different organic fertilizers on the growth of lilies (*Lillium longiflorum*). *International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 4*(1), 181-186.

Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., & Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry, 34*(11), 1527-1536. https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00174-8.

Saki Nejad, T., Hossaini, S. M., & Hyvari, M. (2011). Calculate changes of bean germination process in the presence of various compounds of biological fertilizer Humic acid mixed with micro and macro elements. *Journal of American Science, 7*(6), 1014-1021.

Sharif, M., Khattak, R., & Sarir, M. (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), 3567-358. https://doi.org/10.1081/CSS-120015906.

Sonter, S. H., Pattar, R. V., & Ramalingappa, A. (2018). Effect of *Eichornia crasipes* (Mart) sloms compost on morphological parameters of black gram (*Vinga mungo* Hepper). *International Journal of Health Sciences and Research, 3*(4), 20-26. https://doi.org/ 10.22059/JNE.2020.280136.1708.

Tzortzakis, N., Nicola, S., Savvas, D., & Voogt, W. (2020). Editorial: Soilless cultivation through an intensive crop production scheme. management strategies, challenges and future directions. *Frontiers in Plant Science, 11*, 1-3. https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00363.

Turkmen, O., Dursun, A., Turan, M., & Erdinc, C. (2004). Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings under saline soil conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil and Plant Science, 54*(3), 168-174. https://doi.org/10.1080/09064710310022014.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-03]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.24.8]

Wani, K. A., & Momta, R. L. (2013) Bioconvercation of garden waste, kitchen waste and cow dunge into value added products using earthworm Eisenia feotida. *Saudi Journal of Biological Sciences, 20* (20), 149-54. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2013.01.001.

Yousefi Shiadeh, S. M., Chalavei, V., & Zangi, S. (2015). The effect of different levels of vermicompost and luminance duration on greenhouse production of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). *Journal of Science and Technology Greenhouse Culture, 6* (21), 31-39.

Zandonadi, D. B., Canellas, L. P., & Facmana, A. R. (2007). Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasma lemma and tonoplast H^+ pumps activation. *Planta, 225*(6), 1583-1595. https://doi.org/10.1007/s00425-006-0454-2.

Zeinali, A., & Moradi, P. (2015). The effects of humic acid and ammonium sulfate foliar spraying and their interaction effects on the qualitative and quantitative yield of native garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Applied Environmental and Biological Science, 4* (12), 205-211.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-03]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.24.8]

Investigating the effect of wood waste compost and humic acid on the morphological and physiological characteristics of Zinnia (*Zinnia elegans*)

S. Soghra Akbarzade, Mahnaz Karimi*, Vida Chalavi

Department of Horticultural Sciences Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
(Received: 28/10/2022, Accepted: 07/03/2023)

Abstract

Zinnia (*Zinnia elegans*) is an annual and widely used ornamental plant. Considering the importance of the growing medium in the production of ornamental plants, this study was conducted to investigate the effect of wood waste compost and humic acid on the morphological and physiological characteristics of Zinnia. Wood waste compost (0, 25, 50, 75 and 100% instead of peat moss in the control growth medium) along with humic acid (0, 250 and 500 mg L^{-1}) were used. Peat moss, perlite and garden soil (1:1:1) were used as the control substrate. In this research, plant height, number and surface of leaves, fresh and dry weight of plants, fresh and dry weight of roots, flower diameter, chlorophyll, nitrogen, phosphorus and potassium of leaves were investigated. According to the obtained results, the highest amount of plant leaf area was obtained in 50% compost with 500 mg L^{-1} of humic acid and the highest number of leaves were obtained in 75% compost with 500 mg L^{-1} of humic acid. The largest flower diameter (76.2 mm) was recorded in 100% compost. The amount of chlorophyll a and b in 100% compost combined with humic acid of 500 mg L^{-1} was at the highest level. The highest amount of nitrogen (0.75%) was recorded in 100% compost. The application of humic acid 250 mg L^{-1} caused a significant increase in leaf potassium. In general, the results showed that the application of compost in amounts of 50 to 100 percent and humic acid of 250 and 500 mg L^{-1} was effective on flower diameter, plant height, number of leaves, chlorophyll, and the increase of nitrogen and potassium elements in Zinnia leaves.

Keywords: Chlorophyll, Flower diameter, Organic matter, Potassium, Leaf area

Corresponding author, Email: karimi@sanru.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-03]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.24.8]