



مقاله علمی-پژوهشی

ارزیابی اثر کمپوست سنبل آبی و هیومیک اسید بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و

بیوشیمیایی ژربرا (Gerbera jamesonii Bolus. cv. Artist)

فاطمه قربانعلی زاده^۱ - مهناز کریمی^{۲*} - کامران قاسمی^۳ - مهرناز حاتمی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۰۳

چکیده

یکی از عوامل تولید که در پرورش گل و گیاهان زینتی بسیار پر اهمیت است توجه به بستر کشت آن‌ها می‌باشد. در این پژوهش از سنبل آبی که در سال‌های اخیر به‌عنوان یک علف هرز مشکل‌ساز در تالاب‌ها و آبگیرهای شمال کشور مطرح بوده به‌عنوان یک منبع قابل دسترس برای تهیه کمپوست و از هیومیک اسید به جای نهاده‌های شیمیایی در تولید گل ژربرا رقم Artist استفاده شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. فاکتور اول کمپوست سنبل آبی (با نسبت‌های ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ درصد حجمی) و فاکتور دوم هیومیک اسید (صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم در لیتر) بود. با توجه به نتایج بدست آمده اثر کمپوست، هیومیک اسید و برهمکنش آن‌ها بر اکثر صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد با ۱۱۷ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد مربوط به کمپوست ۵۰٪+۵۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید بود. در این تیمار زمان ظهور گل ۴۰ روز زودتر نسبت به شاهد اتفاق افتاد. بیشترین محتوای کلروفیل با ۱۵۵/۵۲ درصد افزایش نسبت به شاهد در کمپوست ۲۵٪+۵۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده شد. بیشترین میزان پتاسیم در بستر ۵۰٪ کمپوست + ۲۵۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده شد. میزان عنصر کلسیم در کمپوست ۵۰٪+۵۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید در حداکثر بود. با توجه به نتایج به دست آمده استفاده از بستر کشت ۲۵ و ۵۰ درصد کمپوست سنبل آبی به همراه هیومیک اسید با غلظت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم در لیتر به منظور بهبود صفات رویشی، گلدهی و عمر گلجایی ژربرا توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بستر کاشت، عمر گلجایی، عناصر، زمان گلدهی

مقدمه

۱۹۴۰ به‌عنوان یک مشکل عمده مطرح گردید (۵۴). استفاده از سنبل آبی به‌عنوان یک منبع تجدید پذیر و پایدار، محصولات زیست محیطی و ارزان قیمت را فراهم خواهد کرد (۵۱). این گیاه حاوی بیش از ۹۵ درصد آب، عناصر غذایی زیاد (نیترژن، فسفر)، محتوای پروتئین و بافت‌های فیبری زیادی می‌باشد (۲۶). تبدیل سنبل آبی به کمپوست و ورمی کمپوست یکی از روش‌های موثر برای کنترل آن است که باعث کاهش به‌کارگیری کودهای شیمیایی و رشد ته‌اجمی آن در تالاب‌ها و مرداب‌ها می‌شود (۴۵). گزارش شده است کمپوست و ورمی کمپوست علاوه بر عناصر غذایی و مواد آلی، دارای مقادیر زیادی مواد هیومیکی می‌باشند که این مواد از طریق بهبود زیست‌فراهمی عناصر غذایی خاص، بویژه آهن و روی (۱۳) باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند (۵۲). طبق گزارشی استفاده از کمپوست سنبل آبی بر روی گیاه زینتی کراساندرا (*Crossandra unduleafolia*) ارتفاع گیاه، تعداد برگ، طول ریشه، نسبت شاخساره به ریشه، وزن خشک کل، اولین گلدهی، تعداد گل، طول گل آذین و شاخص برداشت را بهبود بخشید (۲۲). در پژوهشی سنبل آبی در مقایسه با دیگر مواد آلی و کودهای غیر آلی تعداد گل را در گل جعفری آفریقایی (*Tagetes erecta*) افزایش داد (۴۳). نوریان و

گل ژربرا گیاهی علفی از خانواده Asteraceae که دارای گل‌های رنگارنگ زیبایی است. به‌عنوان گل شاخه بریده، گل‌دانی و باغچه‌ای کشت می‌شود و از جمله ۱۰ گل شاخه بریده مهم جهان می‌باشد (۴۶). یکی از عوامل تولید که در پرورش گل و گیاهان زینتی دارای اهمیت فراوان است، توجه به بستر کشت آن‌ها می‌باشد. در سال‌های اخیر کشت بدون خاک یکی از سیستم‌های اصلی کشت در بین فنون مختلف استفاده شده در باغبانی و تولید گل‌های زینتی بوده است. یکی از عوامل مهم در یک سیستم کشت بدون خاک، انتخاب بستر مناسب است (۴۷). سنبل آبی (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) متعلق به خانواده Pontederiaceae از گیاهان آبزی و جزء ده گونه علف هرز مهاجم جهان محسوب می‌شود. این گیاه از سال

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیاران، گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

*- نویسنده مسئول: (Email: karimi@sanru.ac.ir)

۴- دانشیار، گروه گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک
DOI: 10.22067/jhorts4.v34i2.87001

پلاستیکی مشکی پوشانده شد. به منظور هوادهی بهتر در مرکز آن یک سوراخ ایجاد گردید. برای تجزیه بهتر کمپوست هر ۱۵ روز یک بار توده زیر و رو شد بعد از گذشت ماه اول، مواد انباشته شده به رنگ قهوه‌ای روشن در آمد و برگ‌ها تا حدودی تجزیه شد و در نهایت بعد از گذشت دو و نیم ماه کمپوست آماده شد. بعد از این مرحله پوشش برداشته شد و کمپوست در زیر نور خورشید خشک گردید که بوی نامطبوع نداشته باشد (۳۳). گیاهچه‌های کشت بافتی ژربرا رقم Artist از شرکت طراوت سبز ثمین اصفهان تهیه و در گلدان‌هایی با قطر دهانه ۱۹ سانتی‌متر در بسترهای مورد نظر کاشته شد. هیومیک اسید هر ده روز یک بار پای بوته استفاده گردید. میانگین دمای شب و روز در گلخانه در طول آزمایش به ترتیب 17 ± 2 و 23 ± 2 درجه سانتی‌گراد و میانگین رطوبت گلخانه ۶۵ تا ۷۵ درصد بود. ۶ ماه بعد از کاشت صفات مورد بررسی شامل زمان گلدهی، تعداد گل، تعداد برگ، طول ساقه گل، قطر ساقه گل، قطر دیسک گل، وزن تر و خشک شاخساره و ریشه، میزان فنل (۳۵)، کلروفیل کل و کاروتنوئید (۶)، غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم برگ، نشت یونی گلبرگ (۵۸) و عمر گلجایی اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری عمر گلجایی، زمانی که گل به شکوفایی کامل رسید، ساقه گل جدا گردید و در ظرف حاوی ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر در آزمایشگاه با دمای 22 ± 2 درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. عمر گلجایی به صورت روزانه مشاهده و ثبت گردید. دوام عمر گل با شمارش تعداد روزهای پس از برداشت گل تا زمان پژمردگی ۵۰ درصد گل‌ها ارزیابی شد (۳۱). برای اندازه‌گیری غلظت عناصر، نمونه‌های برگ جمع‌آوری و به آزمایشگاه انتقال داده شد. نمونه‌ها در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردیده و به صورت پودر درآمدند. پس از تهیه عصاره، پتاسیم با استفاده از دستگاه فلایم فتومتر اندازه‌گیری شد (۵۶). کلسیم به روش تیتراسیون با اتیلن دی آمین تترا استیک اسید ۰/۰۱ مولار محاسبه گردید (۱۱ و ۲۴). برای اندازه‌گیری نیتروژن از روش کج‌لدا استفاده شد. ۰/۲ گرم از برگ خشک را با کمک اسید سولفوریک غلیظ در دمای ۳۶۰ درجه سانتی‌گراد به کمک کاتالیزور هضم و سپس درصد نیتروژن با دستگاه کج‌لدا اتوماتیک مدل ۳۲۰ قرائت گردید (۵۰). تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از جداول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اکثر شاخص‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده تحت تاثیر تیمارهای مختلف کمپوست سنبل آبی و هیومیک اسید قرار گرفتند.

همکاران (۴۱) اثر سطوح مختلف کمپوست و ورمی کمپوست سنبل آبی را در گیاه سوسن (*Lilium sp.*) مورد بررسی قرار دادند، با توجه به نتایج بدست آمده اثر سطوح پایین کمپوست و ورمی کمپوست بر روی صفات مورفولوژیکی و عمر گلجایی این گیاه معنی‌دار بود. این محققین همبستگی مثبتی در افزایش میزان کلسیم و عمر گلجایی در بسترهای حاوی کمپوست و ورمی کمپوست گزارش کردند (۴۱). استفاده از کود های طبیعی از جمله اسید هیومیک که یک پلیمر طبیعی در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک است می‌تواند جهت افزایش محصول و کیفیت آن به کار گرفته شود (۲). شاهسون و چمنی (۴۹) گزارش کردند که هیومیک اسید بر خصوصیات رشد و عملکرد از جمله تعداد برگ، ارتفاع گیاه و میزان کلروفیل گل بریدنی شب بو (*Matthiola incana* 'Hanza') موثر بوده است. نیکبخت و همکاران (۴۰) با بررسی تاثیر هیومیک اسید بر گل شاخه بریدنی ژربرا نشان دادند که هیومیک اسید علاوه بر افزایش عملکرد، منجر به افزایش جذب کلسیم و در نتیجه افزایش عمر گلجایی گل و کاهش خمیدگی ساقه می‌شود. تولید بستر کشت ارزان و در دست رس می‌تواند سبب کاهش هزینه تولید در پرورش گیاهان زینتی باشد. افزایش هزینه و کاهش دسترسی پیت ماس و وارداتی بودن این محصول باعث مطالعه در زمینه کمپوست و بسترهای کشت جایگزین شده است هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر کمپوست سنبل آبی به عنوان یک منبع قابل دسترس جایگزین بسترهای کشت وارداتی (از جمله پیت ماس) در تلفیق با هیومیک اسید به جای نهاده‌های شیمیایی در تولید گل ژربرا بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. فاکتور اول کمپوست سنبل آبی (با نسبت‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ درصد حجمی جایگزین پیت ماس در تیمار شاهد) و فاکتور دوم هیومیک اسید (با غلظت‌های صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. ترکیب پیت ماس + پرلیت با نسبت حجمی ۲ به ۱ به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. برای تهیه کمپوست سنبل آبی، گیاه سنبل آبی از رودخانه‌ای در حاشیه شهر ساری جمع‌آوری شد. ابتدا برگ‌های سنبل آبی به قطعات ریز خرد شده و حدود هشت ساعت در آفتاب خشک شد و به ضخامت پنج سانتی‌متر در کف ظرف پخش گردید. روی این لایه به ضخامت یک سانتی‌متر کود دامی نیمه مایع به صورت یکنواخت پخش شد و در بالای آن لایه‌ای از خاکستر چوب و آهک قرار گرفت. سپس ۱۵ سانتی‌متر برگ خرد شده سنبل آبی و برگ سبز علف هرز مرغ ریخته شد. این کار مجدداً تکرار شد تا ارتفاع لایه به یک متر برسد. بالاترین لایه با برگ خشک درختان، علف، کود دامی، و آهک و ورقه

جدول ۱- برخی خصوصیات شیمیایی مواد آلی مورد استفاده

Table 1- Selected chemical properties of organic matters used

	pH	EC	Na	K	P	N	C
		(mS cm ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)			(%)	
کمپوست Compost	7.8	1.6	519	9783	355	2.4	2.9
پیت ماس Peat moss	6.9	0.65	589	325	51.9	1.7	5.8

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر کمپوست و هیومیک اسید بر برخی صفات مورد بررسی در ژربرا رقم Artist

Table 2- ANOVA for measured traits in gerbera cv. Artist under different levels of compost and humic acid

منابع تغییرات Sources of variation	درجه آزادی df	زمان گلدهی Flowering time	تعداد گل Flower number	ارتفاع ساقه گل Flowering stem height	قطر ساقه گل Flowering stem diameter	قطر دیسک گل Flower disk diameter	تعداد برگ Leaf number
کمپوست (A) Compost	4	1201.30**	2.68**	119.74**	0.08**	0.098**	8.18**
هیومیک اسید (B) Humic acid	2	610.75**	3.35**	38.01**	0.35*	0.00067 ^{ns}	12.35**
A×B	8	20.45**	1.10**	9.13**	0.02**	0.00061 ^{ns}	2.10**
خطا Error	30	1.95	0.20	0.07	0.0048	0.00038	0.088
ضریب تغییرات CV(%)		6.08	27.19	0.54	1.40	0.21	4.95

^{ns} و ^{**}: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, * and ** are non-significant, significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

تاثیر این ماده بر رشد ریشه و جذب عناصر غذایی در بستر کمپوست باشد، که باعث افزایش مقدار فتوسنتز و به دنبال آن افزایش مقدار کربوهیدراتها و تسریع در زمان ظهور گل گردید.

تعداد گل و برگ: کمپوست، هیومیک اسید و برهمکنش آنها تاثیر معنی داری بر صفت تعداد گل و برگ در سطح احتمال یک درصد نشان دادند (جدول ۲). بیشترین تعداد گل با ۱۱۷ درصد افزایش نسبت به شاهد در کمپوست ۵۰٪ + ۵۰۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده شد. این تیمار تفاوت معنی داری با کمپوست ۲۵٪ + ۲۵۰، ۵۰۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید و کمپوست ۵۰٪ + ۲۵۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید در تعداد گل نشان نداد. بیشترین تعداد برگ در کمپوست ۷۵٪ + ۵۰۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید ثبت شد (جدول ۳). مطابق با نتایج حاضر، استفاده از کمپوست سنبل آبی در ترکیب با پیت ماس در گل جعفری باعث افزایش تعداد گل شد (۴۳). طبق گزارش گاجالاکشمی و عباسی (۲۲) در گیاه کروساندرا کاربرد ورمی کمپوست و کمپوست سنبل آبی موجب افزایش تعداد برگ و گل در این گیاه گردید (۲۲).

زمان گلدهی: اثر کمپوست، هیومیک اسید و برهمکنش آنها بر زمان گلدهی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). سریع ترین زمان شروع گلدهی در کمپوست ۵۰٪ + ۵۰۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده شد، بطوریکه ۴۰ روز زودتر نسبت به شاهد اتفاق افتاد (جدول ۳). مطابق با یافته های پژوهش حاضر استفاده از کمپوست سنبل آبی بر روی گیاه زینتی کراساندرا زمان شروع اولین گلدهی را بهبود بخشید (۲۲)، همچنین طبق گزارش نوریان و همکاران (۴۱) کمپوست سنبل آبی تاثیر معنی داری بر زمان گلدهی سوسن از مرحله کاشت سوخ تا مرحله رنگ گیری اولین غنچه گل نشان داد (۴۱). شاهسون و چمنی (۴۹) گزارش کردند که مدت زمان رسیدن به اولین گلدهی در گل بریدنی شب بو تیمار شده با هیومیک اسید، نسبت به تیمار شاهد کوتاه گردید. کاهش زمان تا شروع گلدهی احتمالاً به دلیل تاثیر مواد هیومیکی بر افزایش توسعه ریشه و جذب سریع عناصر غذایی در بستر کشت می باشد (۱۵). میزان دسترسی به مواد غذایی نقش اساسی در ظهور گل دارد. کاهش تعداد روز تا ظهور گل در اثر کاربرد هیومیک اسید می تواند به دلیل

جدول ۳- اثر کمپوست سنبل آبی و هیومیک اسید بر برخی صفات مورد بررسی در گل ژربرا رقم Artist

Table 3- The effects of water hyacinth compost and humic acid on some characteristics in gerbera cv. Artist

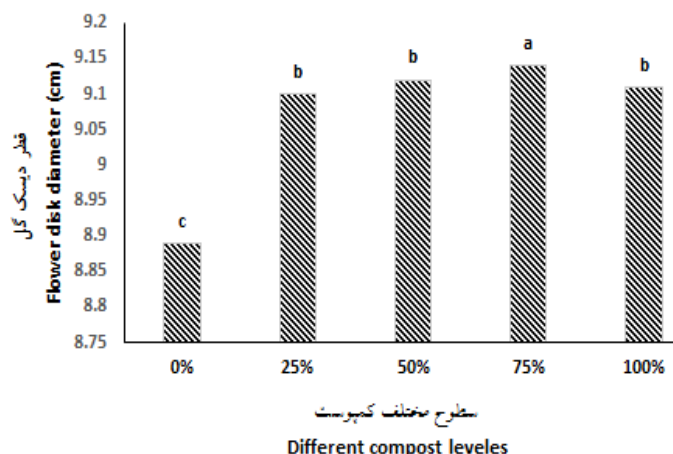
هیومیک اسید Humic acid (mg. L ⁻¹)	کمپوست Compost (%)	زمان گلدهی Flowering time	تعداد گل Flower number	ارتفاع ساقه گل Flowering stem height (cm)	قطر ساقه گل Flowering stem diameter (mm)	تعداد برگ Leaf number
0	0%	44.00 ^a	1.00 ^b	49.16 ^c	4.77 ^c	5.00 ^e
	25%	23.00 ^g	1.00 ^b	48.26 ^c	4.75 ^c	5.00 ^e
	50%	19.00 ^h	1.00 ^b	46.00 ^f	4.72 ^c	5.00 ^e
	75%	25.33 ^f	1.66 ^b	46.00 ^f	4.76 ^c	5.00 ^e
	100%	40.00 ^b	1.00 ^b	44.33 ^h	4.78 ^c	5.00 ^e
250	0%	27.33 ^f	1.33 ^b	53.00 ^a	4.76 ^c	5.33 ^e
	25%	12.00 ^j	2.66 ^a	49.83 ^b	5.11 ^a	6.00 ^d
	50%	8.66 ^k	2.66 ^a	47.83 ^d	5.07 ^{ab}	7.00 ^c
	75%	19.66 ⁱ	1.00 ^b	46.07	5.13 ^a	8.33 ^b
	100%	36.66 ^c	1.00 ^b	45.50 ^g	5.08 ^{ab}	5.00 ^e
500	0%	30.00 ^e	1.33 ^b	53.00 ^a	4.77 ^c	6.00 ^d
	25%	10.33 ^{jk}	2.66 ^a	50.00 ^b	4.99 ^b	6.33 ^d
	50%	4.00 ^l	3.33 ^a	48.00 ^d	5.12 ^a	7.33 ^c
	75%	14.66 ⁱ	1.66 ^b	47.16 ^e	5.12 ^a	9.00 ^a
	100%	33.00 ^d	1.33 ^b	46.00 ^f	5.09 ^{ab}	5.00 ^e

در هر ستون میانگین‌های حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

Each column, means with the similar letters are not significantly different at 5% of probability level using LSD test.

کمپوست ۷۵٪ قطر دیسک گل با ۲/۸ درصد افزایش نسبت به شاهد در حداکثر بود (شکل ۱). در پژوهشی بر گل جعفری، کاربرد کمپوست باعث افزایش قطر گل و تعداد جوانه‌های گل گردید (۲۹). در بررسی اثر بستر کشت‌های مختلف روی گل ژربرا بیشترین قطر گل در بستر ورمی کمپوست + کوکوپیت + سبوس برنج گزارش شد (۱۲). کاربرد کمپوست در بستر کشت به علت ویژگی اصلاح فیزیکی خاک، حفظ رطوبت و تعادل عناصر غذایی باعث رنگ‌گیری و افزایش قطر گل در گیاهان زینتی می‌شود (۸). احتمالاً به دلیل وجود عناصر غذایی و مواد شبه اکسینی موجود در کمپوست، افزایش در تقسیم یاخته‌ای و در نهایت افزایش در قطر گل مشاهده شد.

کاربرد هیومیک اسید در شمعدانی منجر به بهبود صفات رشدی گیاه شد (۱). هیومیک اسید، با فعالیت شبه هورمونی، تأثیر فراوانی بر جذب عناصر غذایی و عملکرد گیاهان دارد که با فراهمی و در دسترس قرار دادن عناصر، باعث بهبود رشد رویشی و زایشی می‌شود (۱۷). گزارش شده است کمپوست و ورمی کمپوست علاوه بر عناصر غذایی و مواد آلی، دارای مقادیر زیادی مواد هیومیکی می‌باشند که این مواد از طریق بهبود زیست فراهمی عناصر غذایی خاص، بویژه آهن و روی (۱۳) باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند (۵۲).
قطر دیسک گل: اثر ساده کمپوست بر قطر دیسک گل معنی‌دار، و اثر هیومیک اسید و برهمکنش آنها معنی‌دار نبود (جدول ۲). در



شکل ۱- تاثیر سطوح مختلف کمپوست بر قطر دیسک گل ژربرا رقم Artist

Figure 1- The effects of different compost levels on flower disk diameter of gerbera cv. Artist

+ پرلیت)، شاید بتوان تهویه مناسب، خلل و فرج کافی و همچنین EC پایین تر (نگهداری پایین تر یون کلر) بستر شاهد را نسبت به بستر کمپوست دلیل اصلی افزایش ارتفاع ساقه گل در بستر شاهد دانست. در پژوهشی کاربرد بستر کشت سیلت + کمپوست و کود دامی سبب افزایش ضخامت ساقه گل در گیاه ژربرا گردید (۱۰). بر اساس گزارش میرزایی و همکاران (۳۶) با کاربرد هیومیک اسید و نانو کلات کلسیم قطر گل و ساقه گل ۲۰ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. در پژوهش حاضر با توجه به افزایش عناصر غذایی در بستر کشت سنبل آبی یکی از علل افزایش قطر ساقه را می توان افزایش عناصر معدنی در دسترس گیاه دانست. پژوهشگران اظهار داشتند هیومیک اسید ترکیب پلیمری طبیعی است که می تواند به صورت مستقیم (به عنوان ترکیب شبه هورمونی اکسین و سایتوکینین) و یا غیر مستقیم باعث افزایش جذب عناصر غذایی شود که در نتیجه جذب مواد غذایی و افزایش تقسیم سلولی توسط هیومیک اسید باعث افزایش قطر ساقه می گردد (۳۸).

ارتفاع و قطر ساقه گل: اثر تیمارهای مورد استفاده بر ارتفاع و قطر گل معنی دار بود (جدول ۲)، بطوریکه بیشترین ارتفاع ساقه در کمپوست صفر درصد و هیومیک اسید ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم در لیتر ثبت شد (جدول ۳). کمترین ارتفاع ساقه در کمپوست ۱۰۰٪ بدون تیمار هیومیک اسید بود. در اکثر تیمارهایی که کمپوست و هیومیک اسید استفاده شد قطر ساقه در حداکثر بود. بطوریکه بیشترین میزان در کمپوست ۷۵٪ + ۲۵۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید ثبت شد (جدول ۳). شادان پور و همکاران (۴۸) اثر کود آلی ورمی کمپوست کود گاوی را به عنوان بستر کاشت گل جعفری مورد بررسی قرار دادند. بیشترین ارتفاع بوته در تیمار ۶۰٪ پیت و ۴۰ درصد پرلیت ثبت شد. با توجه به نتایج به دست آمده هیومیک اسید در افزایش طول ساقه نسبت به تیمار شاهد موثر واقع شد. نتایج پژوهشی نشان داد که استفاده از اسید هیومیک ارتفاع گل حنا را نسبت به شاهد افزایش داد (۲۰). همچنین گزارش شد، اسید هیومیک می تواند با افزایش جذب مواد غذایی و انتقال مواد هورمونی باعث افزایش طول ریشه و ساقه گردد (۱۹)، اما با توجه به افزایش ارتفاع ساقه گل در بستر شاهد (پیت

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر کمپوست و هیومیک اسید بر برخی صفات مورد بررسی در ژربرا رقم Artist

Table 4- ANOVA for measured traits in gerbera cv. Artist under different levels of compost and humic acid

منابع تغییرات Sources of variation	درجه آزادی df	وزن تر شاخساره Leaf fresh weight	وزن خشک شاخساره Leaf dry weight	وزن تر ریشه Root fresh weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	کلروفیل کل Total chlorophyll	کاروتنوئید Carotenoid	فنل Total phenol
کمپوست (A) Compost	4	0.08 ^{ns}	5.34 ^{**}	104.61 ^{**}	8.36 ^{**}	8.62 ^{**}	35021.16 ^{**}	1.06 ^{**}
هیومیک اسید (B) Humic acid	2	0.40 ^{ns}	0.07 ^{ns}	340.99 ^{**}	7.19 ^{**}	26.61 ^{**}	91699.28 ^{**}	1.94 ^{**}
A*B	8	0.16 ^{ns}	1.67 [*]	19.83 ^{**}	0.78 ^{**}	3.23 ^{**}	5059.77 ^{**}	0.17 ^{**}
خطا Error	30	0.21	0.62	2.26	0.013	0.066	94.74	0.00039
ضریب تغییرات CV(%)		1.26	12.24	8.03	2.091	4.86	3.28	1.05

^{ns} و ^{**}: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, * and ** are non-significant, significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

شاخساره در کمپوست ۱۰۰٪ + ۵۰۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید ثبت شد. اثر کمپوست، هیومیک اسید و برهمکنش آنها بر وزن تر و خشک ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۴). بیشترین وزن تر در کمپوست ۵۰٪ + ۵۰۰ میلی گرم در لیتر ثبت شد که با تیمارهای ۲۵٪ + ۵۰۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید و کمپوست ۵۰٪ + ۲۵۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید تفاوت معنی داری نشان نداد. بیشترین وزن خشک ریشه در کمپوست ۵۰٪ + ۵۰۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید ثبت شد (جدول ۵). در پژوهشی

وزن تر و خشک شاخساره و ریشه: با توجه به نتایج بدست آمده مقادیر متفاوت کمپوست و هیومیک اسید بر وزن تر شاخساره تفاوت معناداری ایجاد نکرد. اما اثر کمپوست و برهمکنش کمپوست و هیومیک اسید بر وزن خشک شاخساره معنی دار بود (جدول ۴). بیشترین وزن خشک شاخساره با ۱۸/۴۱ درصد افزایش نسبت به شاهد در کمپوست ۷۵٪ + ۲۵۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده شد که با تیمار کمپوست ۵۰٪ + ۵۰۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید اختلاف معناداری نداشت. کمترین وزن خشک

کاربرد کود آلی ورمی کمپوست و هیومیک اسید بر وزن تر و خشک اندام هوایی و وزن تر و خشک ریشه لیزیانوس اثر مثبت داشته است (۹). در بررسی حاضر نیز احتمالاً به دلیل بهبود رشد رویشی از جمله افزایش تعداد برگ در بسترهای حاوی کمپوست و هیومیک اسید، افزایش در وزن خشک شاخساره مشاهده شد. در پژوهشی که به منظور جایگزینی کمپوست پوسته بادام زمینی به جای پیت در بستر کشت گیاه در اسنا صورت گرفت، کاربرد ۴۵٪ کمپوست پوسته بادام زمینی به جای پیت در بستر پیت و پرلیت، باعث افزایش وزن تر ریشه نسبت به شاهد شد (۴). مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر، با کاربرد

کمپوست سنبل آبی وزن خشک ریشه ذرت افزایش پیدا کرد (۴۲). چنین بیان می‌شود که هیومیک اسید موجب افزایش رنگدانه کلروفیل و فتوسنتز شده و ماده خشک تولیدی در گیاه افزایش می‌یابد. همچنین اسید هیومیک با اثراتی شبیه به هورمون اکسین، موجب افزایش رشد ریشه و به دنبال آن افزایش وزن خشک ریشه می‌گردد (۲۳) و همچنین به نظر می‌رسد بخشی از آثار کمپوست بر افزایش وزن تر و خشک ریشه نیز در نتیجه وجود مواد هیومیکی موجود در کمپوست باشد.

جدول ۵- اثر کمپوست سنبل آبی و هیومیک اسید بر برخی صفات در گل ژیربا رقم Artist

Table 5- The effects of water hyacinth compost and humic acid on some characteristics in gerbera flower cv. Artist

هیومیک اسید Humic acid (mg .L ⁻¹)	کمپوست Compost (%)	وزن خشک شاخساره Leaf dry weight (g)	وزن تر ریشه Root fresh weight (g)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g)	کلروفیل کل Total chlorophyll (mg/g DW)	کاروتنوئید Carotenoid (mg/g DW)	فنل کل Total phenol (mg/g DW)
0	0%	6.30 ^{a-d}	13.23 ^g	4.86 ^l	3.26 ⁱ	201.44 ^h	1.52 ^{kl}
	25%	6.96 ^{abc}	14.90 ^{efg}	5.18 ^{hi}	3.80 ^h	182.69 ⁱ	1.41 ^m
	50%	7.00 ^{abc}	15.80 ^{d-g}	5.00 ^{ij}	3.64 ^{hi}	216.43 ^{gh}	1.32 ⁿ
	75%	5.60 ^d	17.06 ^{cde}	4.96 ^j	3.50 ^{hi}	227.83 ^g	1.50 ^l
	100%	6.10 ^{bcd}	13.89 ^{fg}	3.96 ^l	4.70 ^{fg}	205.85 ^h	1.54 ^k
250	0%	6.03 ^{cd}	17.86 ^{cd}	5.33 ^{gh}	4.52 ^{fg}	253.45 ^{ef}	2.04 ^d
	25%	7.20 ^{abc}	23.93 ^b	6.67 ^d	7.60 ^b	245.56 ^f	1.82 ^h
	50%	6.43 ^{a-d}	27.86 ^a	7.21 ^b	6.95 ^c	382.50 ^c	1.62 ^j
	75%	7.46 ^a	22.50 ^b	5.83 ^f	5.90 ^e	426.39 ^b	1.93 ^f
	100%	5.36 ^{de}	18.73 ^c	4.35 ^k	4.28 ^g	348.34 ^d	2.87 ^b
500	0%	7.00 ^{abc}	16.16 ^{c-f}	5.44 ^g	4.91 ^f	264.37 ^e	2.09 ^c
	25%	7.26 ^{abc}	28.98 ^a	6.96 ^c	8.33 ^a	250.37 ^{ef}	1.87 ^g
	50%	7.43 ^a	29.22 ^a	7.53 ^a	7.26 ^{bc}	410.28 ^b	1.66 ^j
	75%	7.36 ^{ab}	23.40 ^b	6.37 ^e	6.49 ^d	461.47 ^a	2.00 ^e
	100%	4.26 ^e	22.19 ^b	4.10 ^l	4.44 ^g	369.04 ^c	2.92 ^a

در هر ستون میانگین‌های حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD ندارند.

Each column, means with the similar letters are not significantly different at 5% level of probability using LSD test.

موثر واقع شد که ممکن است به دلیل نقش آن در پایین آوردن pH و افزایش رنگدانه کلروفیل باشد (۳۰). شاهسون و چمنی (۴۹) گزارش کردند که هیومیک اسید بر رشد و عملکرد از جمله بر تعداد برگ، ارتفاع گیاه و میزان کلروفیل گل بریدنی شب بو موثر بوده است. محلول‌پاشی ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید نقش موثری در افزایش کاروتنوئید برگ همیشه بهار داشت (۱۷). محتوای کلروفیل برگ به‌عنوان یک عامل مهم در تعیین ظرفیت فتوسنتزی برگ محسوب می‌شود (۳۰). با توجه به ارتباط مستقیم بین نیتروژن و رنگیزه‌های برگ، کود آلی به تدریج، نیتروژن آزاد می‌کند در نتیجه سبب افزایش میزان رنگیزه می‌شود (۳۷). کودهای آلی به واسطه داشتن عناصر مغذی و تأمین آب در دسترس گیاه باعث افزایش

کلروفیل کل و کاروتنوئید: بر اساس نتایج به دست آمده تیمارهای مورد استفاده تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر رنگدانه کلروفیل و کاروتنوئید برگ داشتند (جدول ۴). در جدول مقایسه میانگین (جدول ۵) بیشترین محتوای کلروفیل در کمپوست ۲۵٪ + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید و بیشترین محتوای کاروتنوئید در کمپوست ۷۵٪ + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید نشان داده شده است (جدول ۵). در پژوهشی کاربرد سنبل آبی محتوای کلروفیل را در برگ گیاه گندم در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد. گزارش شد، سنبل آبی دارای عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم است بنابراین کاربرد این ماده باعث افزایش محتوای کلروفیل گردید (۵۵). هیومیک اسید در افزایش کلروفیل برگ و غلاف لوییا

محتوای فنل در کمپوست ۱۰۰٪ + ۵۰۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده شد که نسبت به شاهد ۹۲/۱۰ درصد افزایش داشت. کمترین میزان فنل در کمپوست ۵۰٪ ثبت شد (جدول ۵). در پژوهش عابدینی و همکاران (۳) کاربرد ۵۰۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید باعث افزایش فنل کل در گیاه همیشه بهار گردید. پژوهشگران گزارش کردند که هیومیک اسید منجر به افزایش ترکیب‌های فنولی می‌شوند (۱۸). کاربرد کودهای آلی به دلیل افزایش دسترسی گیاه به مواد غذایی بویژه کربن و نیتروژن موجب افزایش ترکیبات فنولی می‌گردد (۲۵). برای ساخت و سنتز ترکیبات فنولی، حضور کربوهیدرات‌ها لازم و ضروری می‌باشد. افزایش در مقدار کربوهیدرات‌ها، سبب افزایش سنتز ترکیبات فنولی می‌گردد که دلیل این امر ممکن است به اختصاص یافتن بیشتر کربن به مسیر شیکمیک اسید (مسیر ساختن ترکیبات فنولی) باشد (۴۴).

میزان کلروفیل می‌شوند که می‌تواند دلیلی بر افزایش محتوای کلروفیل گیاهان ژربرا در بستر کمپوست سنبل آبی در پژوهش حاضر باشد. اسید هیومیک نقش مؤثری در افزایش نفوذپذیری غشا سلولی دارد و سبب نفوذ بیشتر عناصر از جمله منیزیم، نیتروژن و ... به درون سلول می‌شود؛ بنابراین می‌توان بیان داشت که افزایش میزان کلروفیل به علت نقش مؤثر اسید هیومیک است (۷). افزایش جذب عناصر غذایی در اثر کاربرد هیومیک اسید در گیاه منجر به افزایش جذب نیتروژن در گیاه می‌شود. در نتیجه با افزایش میزان جذب نیتروژن گیاه افزایش میزان کلروفیل و افزایش سبزیگی در گیاه امری بدیهی است (۴۹). پژوهشگران اعلام کردند که هیومیک اسید سبب افزایش رنگیزه کاروتنوئید در برگ‌ها می‌شود (۲۱).

فنل: اثر کمپوست، هیومیک اسید و برهمکنش آنها بر محتوای فنل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۹). بیشترین

جدول ۶- تجزیه واریانس اثر کمپوست سنبل آبی و هیومیک اسید بر برخی صفات در گل ژربرا رقم Artist
Table 6- ANOVA for measured traits in gerbera cv. Artist under different levels of compost and humic acid

منابع تغییرات Sources of variation	درجه آزادی df	نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K	کلسیم Ca	نشت یونی Electrolyte leakage	عمر گلجایی Vase life
کمپوست (A) Compost	4	0.17**	0.0084**	8.01**	0.0084**	73.81**	9.07**
هیومیک اسید (B) Humic acid	2	4.43**	0.049**	0.41**	0.02**	207.18**	18.86**
A×B	8	0.04**	0.0051**	0.21**	0.0017**	6.06**	0.97**
خطا Error	30	0.0011	0.0010	0.0030	0.00011	1.04	0.17
ضریب تغییرات CV (%)		1.09	12.48	1.10	9.24	5.79	7.18

ns و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** are non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

هیومیک اسید مشاهده شد (جدول ۷). طبق پژوهشی کمپوست سنبل آبی و کود سبز حاصل از *Tithonia diversifolia* به نسبت سه به یک باعث بهبود عناصر غذایی در خاک شد (۱۴). هیومیک اسید، سبب افزایش نیتروژن و فسفر در چمن بنت گراس گردید (۳۴). مصرف غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید باعث افزایش محتوی پتاسیم در برگ‌های ژربرا شد (۴۰). کودهای آلی به خصوص کمپوست‌ها دارای مقادیر فراوانی مواد آلی هستند و در هنگام تجزیه شدن بر میزان عناصر خاک می‌افزایند (۵۷). کمپوست شامل مواد غذایی اصلی گیاه نیتروژن، فسفر و پتاسیم است (۱۶). اسید هیومیک نفوذپذیری غشاء سلولی را افزایش می‌دهد (۱۵) و با خاصیت بافری در خنثی کردن pH خاک و افزایش حجم ریشه باعث افزایش

غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم برگ: با توجه به نتایج آزمایش، اثر کمپوست، هیومیک اسید و برهمکنش آنها بر غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم معنی‌دار بود (جدول ۶). بیشترین میزان نیتروژن در بستر ۵۰٪ کمپوست + ۵۰۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید ثبت شد. بیشترین میزان فسفر در کمپوست ۷۵٪ + ۲۵۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده شد، که تفاوت معنی‌داری با کمپوست ۱۰۰٪، ۷۵٪، ۵۰٪ + ۵۰۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید و کمپوست ۵۰٪، ۲۵٪ + ۲۵۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید وجود نداشت. بیشترین میزان پتاسیم در بستر ۵۰٪ کمپوست + ۲۵۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید و بیشترین میزان عنصر کلسیم در بستر ۵۰٪ کمپوست + ۵۰۰ میلی گرم در لیتر

می کند (۴ و ۳۹). کمپوست با تأثیر روی سنتز هورمون‌ها به‌ویژه اکسین، سبب افزایش جذب عناصر در بستر به ویژه کلسیم می‌شود. این عنصر در دوام و ماندگاری گل نقش دارد (۷). یون کلسیم با تأثیر بر فعالیت اتیلن در غشای سلولی برگ‌ها و جلوگیری از نشت اتیلن، پیری را به تأخیر می‌اندازد (۵۳). در پژوهش حاضر بیشترین میزان عنصر کلسیم در بستر ۵۰٪ کمپوست + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده شد و بیشترین عمر گلجایی نیز نسبت به شاهد در بستر ۵۰٪ کمپوست + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید بود. نیکبخت و همکاران دریافته‌اند که در طول خمیدگی ساقه ژبررا، یاخته‌ها روی همدیگر می‌افتند و آوندهای چوبی از حالت طبیعی خود خارج می‌شوند و منجر به از هم گسیختگی یاخته‌ها می‌شود. در نتیجه حرکت آب به سمت گل‌آذین مختل شده و منجر به پیری زودرس گل می‌گردد. هر چه مقدار کلسیم موجود در دیواره بیشتر باشد عمر پس از برداشت گل بیشتر بوده و احتمال خمیدگی و پژمردگی گل پس از برداشت کمتر می‌شود. با توجه به ارتباط نزدیک بین نشت یونی و عمر گلجایی تیمار هیومیک اسید منجر به کاهش درصد نشت یونی و در نتیجه افزایش دوام عمر گل می‌شود. در پژوهش حاضر نیز عمر گلجایی در گیاهانی با نشت یونی کمتر در حداکثر بود (جدول ۷). در پژوهش حاضر، بسترهای حاوی کمپوست احتمالا به دلیل افزایش عناصر موجود در برگ، بوئیزه کلسیم سبب حفظ یکپارچگی غشاء گردیدند.

جذب عنصر غذایی و رهاسازی و برداشت بهتر عناصر صورت می‌گیرد (۳۲). با توجه به نتایج پژوهش حاضر، کمپوست دارای میزان عناصر بالاتری نسبت به بستر پیت ماس است که به همراه هیومیک اسید می‌تواند یکی از دلایل افزایش این عناصر در برگ گیاهان ژبررا باشد. **نشت یونی گلبرگ و عمر گلجایی:** اثر کمپوست سنبل آبی، هیومیک اسید و برهمکنش آنها بر نشت یونی سلول و عمر گلجایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). نشت یونی گلبرگ با ۵۶/۷۹ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد در بستر ۵۰٪ کمپوست + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید بود. بیشترین عمر گلجایی با ۷۱/۶۷ درصد افزایش نسبت به شاهد در بستر ۲۵٪ و ۵۰٪ کمپوست + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده شد. تفاوت معنی‌داری بین این تیمارها و کمپوست ۲۵٪ و ۵۰٪ + ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده نشد (جدول ۷). همانطور که مشاهده شد کمپوست و هیومیک اسید باعث افزایش عمر گلجایی نسبت به شاهد شدند. بر اساس پژوهش نوریان و همکاران (۴۱) بیشترین عمر گلجایی (۹ روز) در گل‌های شاخه بریدنی لیلیوم در بستر ۲۰٪ کمپوست سنبل آبی گزارش شد. طبق گزارش حقیقی و همکاران (۲۷) کاربرد اسید هیومیک در کشت هیدروپونیک ژبررا با افزایش سطح مواد غذایی توانست عمر پس از برداشت ژبررا را تا ۹/۳۳ روز افزایش دهد. هیومیک اسید به دلیل اثر مستقیم شبه هورمونی یا اثر غیرمستقیم بر افزایش جذب عناصر به ویژه کلسیم به افزایش مقاومت مکانیکی دیواره یاخته‌ای و ثبات بیشتر غشای یاخته‌ای کمک

جدول ۷- اثر کمپوست سنبل آبی و هیومیک اسید بر برخی صفات در گل ژبررا

Table 7- Mean comparison of the effect of water hyacinth compost and humic acid on some characteristics in Gerbera flower

هیومیک اسید Humic Acid (mg. L ⁻¹)	کمپوست (%) Compost	نیترژن N (%)	فسفر (%) P	پتاسیم K (%)	کلسیم (%)	نشت یونی Electrolyte leakage (%)	عمر گلجایی Vase life (day)
0	0%	2.52 ^{hi}	0.21 ^{cd}	3.63 ^j	0.07 ^{gh}	23.26 ^a	4.66 ^e
	25%	2.56 ^{hi}	0.18 ^{de}	5.13 ^h	0.07 ^g	21.05 ^{bc}	5.00 ^{de}
	50%	2.54 ^{hi}	0.15 ^e	5.01 ⁱ	0.10 ^f	19.36 ^{cd}	5.00 ^{de}
	75%	2.57 ^h	0.19 ^{de}	5.20 ^{gh}	0.07 ^{gh}	22.40 ^{ab}	4.66 ^e
	100%	2.51 ⁱ	0.21 ^{cd}	5.25 ^{gf}	0.05 ^h	22.82 ^a	3.66 ^f
250	0%	3.30 ^e	0.19 ^{de}	3.23 ^k	0.08 ^g	20.93 ^{bc}	5.00 ^{de}
	25%	3.55 ^c	0.32 ^a	5.71 ^b	0.12 ^{def}	14.78 ^{gf}	7.66 ^a
	50%	3.63 ^b	0.31 ^a	5.89 ^a	0.13 ^{cd}	13.33 ^{gh}	7.66 ^a
	75%	3.40 ^d	0.33 ^a	5.70 ^b	0.12 ^{de}	15.51 ^f	6.00 ^{bc}
	100%	3.12 ^g	0.30 ^{ab}	5.34 ^{ef}	0.11 ^{ef}	18.84 ^{de}	5.00 ^{de}
500	0%	3.65 ^b	0.21 ^{cd}	3.17 ^k	0.10 ^f	19.96 ^{cd}	5.33 ^{cde}
	25%	3.64 ^b	0.26 ^{bc}	5.49 ^d	0.18 ^b	12.31 ^h	8.00 ^a
	50%	3.78 ^a	0.32 ^a	5.66 ^{bc}	0.24 ^a	10.05 ⁱ	8.00 ^a
	75%	3.45 ^d	0.32 ^a	5.59 ^c	0.15 ^c	12.93 ^h	6.66 ^b
	100%	3.21 ^f	0.32 ^a	5.39 ^e	0.10 ^f	17.48 ^e	5.66 ^{cd}

در هر ستون میانگین‌های حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

Each column, means with the similar letters are not significantly different at 5% of probability level using LSD test.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کاربرد بستر کشت کمپوست حاصل از سنبل آبی به همراه هیومیک اسید به دلیل بهبود محیط ریشه و افزایش جذب بهتر عناصر غذایی باعث افزایش

خصوصیات کمی، کیفی و عمر پس از برداشت گل شاخه بریده ژربرا رقم Artist در مقایسه با بستر کشت شاهد (پیت + پرلیت) گردید. کمپوست ۵۰ درصد در ترکیب با غلظت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید به عنوان بهترین تیمار معرفی شد.

منابع

- 1- Abbaszadeh Faruji R., Shoor M., Tehranifar A., Abedi B., and Safari N. 2018. Effects of humic acid and fulvic acid on some morphological characteristics of geranium. *Journal of Horticultural Science* 32: 35-50.
- 2- Abedi T., and Pakniyat H. 2010. Antioxidant enzyme changes in response to drought stress in ten cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding* 46: 27- 34.
- 3- Abedini T., Moradi P., Hani A. 2015. Effect of organic fertilizer and foliar application of humic acid on some quantitative and qualitative yield of pot marigold. *Journal of Novel Applied Sciences* 4(10): 1100-1103.
- 4- Alidoust M., Mohammadi Torkashvand A., Mahboub Khomami A. 2012. The effect of growth medium of peanut shells compost and nutrient solution on the growth of *Dracaena*. *Annals of Biological Research* 3 (2): 789-794.
- 5- Amiri H., Ismaili A., and Hosseinzadeh S.R. 2017. Influence of vermicompost fertilizer and water deficit stress on morpho-physiological features of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Karaj). *Compost Science and Utilization* 25(3): 152-165.
- 6- Arnon A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal* 23: 112- 121.
- 7- Asri F., Demirtas E., and Ari N. 2015. Changes in fruit yield, quality and nutrient concentrations in response to soil humic acid applications in processing tomato. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 21(3): 585-591.
- 8- Atiyeh R.M., Arancon N.Q., Edwards C.A., and Metzger J.D. 2002. The influence of earth-worm-processed pig manure on the growth and productivity of marigold, *Bioresource and Technology* 81: 103-108.
- 9- Bahaloo Z., Reezi S., Rabiei Gh., and Saeedi K. 2018. The positive effects of vermicompost and humic acid on quantitative and qualitative traits of lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) after transplanting. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture Soilless Culture Research Center* 8(4): 17-25
- 10- Caballero R.P., Pajuelo J., Ordovas E., Carmona C., and Delgado A. 2009. Evaluation and correction of nutrient availability to *Gerbera jamesonii* H. Bolus in various compost-based growing media. *Scientia Horticulturae* 122(2): 244-250.
- 11- Chapman H.D., and Pratt P.F. 1961. Method of analysis for soils, plants and waters. University of California. Division of Agricultural Sciences.
- 12- Chauhan R.V., Varu D.K., Kava K.P., and Savaliya V.M. 2014. Effect of different media on growth, flowering and cut flower yield of gerbera under protected condition. *The Asian Journal of Horticulture* 9(1): 228-231.
- 13- Chen Y., De-Nobili M., and Aviad M. 2004. Stimulatory effects of humic substances on plant growth. *Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture*. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp: 103-29
- 14- Chukwuka K.S., and Omotayo O.E. 2008. Effects of tithonia green manure and water hyacinth compost application on nutrient depleted soil in South-Western Nigeria. *International Journal of Soil Science* 3(2): 69-7.
- 15- Dann P.R., Derrick J.W., Dumaresq D.C., and Ryan M.H. 1996. The Response of Organic and Conventionally Grown Wheat to Superphosphate and Reactive Phosphate Rock. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 36: 71-78.
- 16- Edwards S., Asmelash A., Araya H., Berhan T., Egziabher G. 2007. Impact of compost use on crop yields in Tigray, Ethiopia, 2000-2006 inclusive. FAO, Rome.
- 17- Elhavirdi Zadeh N., and Nazari Deljo M.J. 2014. Effect of humic acid on the effect of humic acid on morpho-physiological indices, nutrient uptake and longevity after harvest of perennial cut flowers (*Calendula officinalis*). *Crysantha in hydroponic system*. *Science and Techniques of Greenhouse Cultivation* 5(18): 133-142. (In Persian)
- 18- Elmongy M.S., Zhou H., Cao Y., Liu B., and Xia Y. 2018. The effect of humic acid on endogenous hormone levels and antioxidant enzyme activity during in vitro rooting of evergreen azalea. *Scientia Horticulturae* 227: 234-243.
- 19- Eshghi S., and 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.
- 20- Esringu A., Sezen I., Aytatli B., Ercisli S. 2015. Effect of humic and fulvic acid application on growth parameters in *Impatiens walleriana* L. *Akademik Ziraat Dergisi* 4(1): 37- 42.
- 21- Ferrara G., Pacifico A., Simeone P., and Ferrara E. 2008. Preliminary study on the effects of foliar applications of humic acids on 'Italia' table grape. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 42: 79-87.
- 22- Gajalakshmi S., and Abbasi S.A. 2002. Effect of the application of water hyacinth compost/vermicompost on the

- growth and flowering of *Crossandra undulaefolia* and on several vegetables, *Bioresource Technology* 85: 197–199.
- 23- Ghasemi A., Tavakalo M.R., and Zabihi H.R. 2012. Effect of nitrogen, potassium and humic acid on vegetative growth, nitrogen and potassium uptake of potato minituber in greenhouse condition. *Journal of Agriculture and Plants Breeding* 8(1): 39-56. (In Persian)
 - 24- Ghazan Shahi J. 2006. Soil and plant analysis. *Translator motarjem*, pp. 311.
 - 25- Ghorbanli M., Saadatmand L., and Niakan M. 2011. Study the effects of natural habitats on flavonoids poly phenols, anthocyanin and their related antioxidant activity in *Elaeagnus agustifolia*. The first congress on advanced Agricultural finding, Islamic Azad University Saveh, Iran. (In Persian)
 - 26- Gunnarson C., and Mattsson C. 1997. Water hyacinth-trying to turn an environmental problem into an agricultural resource. MFS-report no. 25, Swedish University of Agriculture.
 - 27- Haghighi M., Nikbakht A., Ping Xia Y., Pessaraki M. 2014. Influence of Humic Acid in Diluted Nutrient Solution on Growth, Nutrient Efficiency and Postharvest Attributes of *Gerbera*. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 45(2): 177-188.
 - 28- Hanafy A.A.H., Nesiem M.R.A.M., and Salla H. 2010. Effect of some simulative Compounds on Growth, Yield and Chemical Composition of Snap Bean Plants Grown under Calcareous Soil Conditions. *Journal of American Science* 6(10): 552-569.
 - 29- Hidlago P.R., Matta F.B., and Harkess R.L. 2006. Physical and chemical properties of substrates containing earthworm castings and effects on marigold growth. *Horticultural Science* 4(1): 1474-1476.
 - 30- Hossain Z., Kurihara H., and Takahashi K. 2003. Biochemical composition and lipid compositional properties of the brown alga *Sargassum horneri*. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 6(17): 1497-1500.
 - 31- Humic acid and folic acid on some morphological characteristics of geranium. *Horticultural Science* 32: 35–50.
 - 32- John Elgar H., Woolf A.B., and Bielecki R.L. 1999. Ethylene production by three lily species and their response to ethylene exposure. *Postharvest Biology and Technology* 1(6): 257–267.
 - 33- Jones C.A., Jacobsen J.S., and Mugaas A. 2004. Effects of humic acid on phosphorus availability and spring wheat yield. *Facts Fertilizer* 32: 345-352.
 - 34- Kafel M.R., Kafel G., Balla M.K., and Dhakal L. 2009. Results of experiment of preparing compost from invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in rupa Lake Areanepal. *Journal of Wetlands Ecology* 2: 17-19.
 - 35- Mackowiak C.L., Grossl P.R., and Bugbee B.G. 2001. Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. *Soil Science Society of America Journal* 65: 174-1750.
 - 36- McDonald S., Prenzler P.D., Autolovich M., Robards K. 2001. Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. *Food Chemistry* 73: 73-84.
 - 37- Mirzaei N., Jabbarzadeh Z., Rasouli Sadaghiani M. 2019. Investigation of Some Morphological and Biochemical Characteristics and Vase Life of *Gerbera jamesonii* cv. Dune Cut Flower Using Humic Acid and Nano Calcium Chelate. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology* 20(2): 157-170.
 - 38- Munns R., and Tester M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology* 59: 651-681.
 - 39- Nardi S., Pizzeghello D., Gessa C., Ferrarese L., Trainotti L., and Casadoro G. 2000. A low molecular weight humic fraction on nitrate uptake and protein synthesis in maize seedlings. *Soil Biology and Biochemistry* 32: 415–419.
 - 40- Nazari Deljou M., Pour Youssef Karamian M., and Jaberian Hamedani H. 2012. Effect of cultivar on water relations and postharvest quality of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hook f.) cut flower. *World Applied Sciences Journal* 18(5):698-703.
 - 41- Nikbakht A., Kafi M., Babalar M., Xia Y.P., Luo A., and Etemadi N.A. 2008. Effect of humic acid on p growth, nutrient uptake, and postharvest life of *Gerbera*. *Journal of Plant Nutrition* 31: 2155-21267.
 - 42- Norian N., Rohollahi I., Karimi M. 2018. Evaluation of Organic Fertilizer from Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) as substrate for *Lilium* sp. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology* 19(3): 267-276. (In Persian)
 - 43- Osoro N., Muoma J.O., Amoding A., Mukaminega D., Muthini M., Ombori O., and Maingi M. 2014. Effect of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) compost on growth and yield parameters of maize. *British Journal of Applied Science & Technology* 4(4): 617-633.
 - 44- Paul S., and Bhattacharya S. 2012. Vermicomposted water hyacinth growth and yield of marigold by improving nutrient availability in soils of north bank Assam. *Journal of Agricultural Science and Technology* 2(1): 1-11.
 - 45- Phuong M., Nguyen E.M., and Niemeyer K.E.D. 2010. Potassium rate alters the antioxidant capacity and phenolic concentration of basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. *Food Chemistry* 123: 1235–1241.
 - 46- Prasad R., Singh J., and Kalamdhad A.S. 2013. Assessment of nutrients and stability parameters during composting of water hyacinth mixed with cattle manure and sawdust. *Research Journal of Chemical Sciences* 3(4): 1–4.
 - 47- Parthasarathy V.A., and Nagaraju V. 1999. An In-vitro propagation in *Gerbera Jamesonii* Bolus. *Indian Journal of Horticulture* 56:82–83
 - 48- Shabani T., Peyvast G.H., and Olfati J. 2011. Effect of different substrates on quantitative and qualitative traits of

- three pepper cultivars in soilless culture. *Journal Science and Technology of Greenhouse Culture*, 2: 11–21.
- 49- Shadanpour F., Mohammadi Torkashvand A., Hashemi Majd K. 2011. The effect of cow manure vermicompost as the planting medium on the growth of Marigold *Annals of Biological Research* 2(6): 109-115.
- 50- Shahsavan Markadeh M., 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 Soilless Culture Research Center* 5(3): 157-171.
- 51- Sharaf A.I., and El-Naggar A.H. 2003. Response of Carnation plant to phosphorus and boron foliar fertilization under greenhouse conditions. *Alexandria Journal of Agricultural Sciences* 48(1): 147-158.
- 52- Sindhu R., Binod P., Pandey A., Madhavan A., Jose A. A., Vivek N., Gnansounou E., Castro E., and Faraco V. 2017. Water hyacinth a potential source for value addition: An overview, *Bioresource Technology* 230: 152–162.
- 53- Tartoura A.H. 2010. Alleviation of oxidative-stress induced by drought through application of compost in wheat (*Triticum aestivum* L.) plants. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 9(2): 208 - 16.
- 54- Torre S., Borochoy A., and Halevy A. H. 1999. Calcium regulation of senescence in roses. *Physiology of Plant* 107: 214-219.
- 55- Twongo T., and Balirwa J.S. 1995. The water hyacinth problem and the biological control option in the highland lake region of the upper Nile basin Uganda's experience. *The Nile 2002. Conference, Arusha, Tanzania*, 1-15 pp.
- 56- Vidya S., and Girish L. 2014. Water hyacinth as a green manure for organic farming. *International Journal of Natural and Social Sciences* 2: 65–72.
- 57- Wahing I.W., Van V.J.G. Houba J.J., Van der Lee. 1989. Soil and plant analysis, a series of syllabi. Part 7, plant analysis procedure. Wageningen Agriculture University.
- 58- Zaghoul R.A., Mohamed Y.F.Y., Rasha M., El-Meihy. 2016. Influential cooperation between zeolite and PGPR on yield and antimicrobial activity of thyme essential oil. *International Journal of Plant and Soil Science* 13(1): 1–18.
- 59- Zhang Y., Guo W., Chen S., Han L., and Li Z. 2007. The role of N-lauroyl ethanol amine in the regulation of senescence of cut carnations (*Dianthus caryophyllus*). *Journal of Plant Physiology* 164: 993-997.



Evaluation the Effect of Water Hyacinth and Humic Acid Compost on some Morphophysiological and Biochemical Properties of Gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus. cv. Artist)

F. Ghorbanalizade¹- M. Karimi*²- K. Ghasemi³- M. Hatami⁴

Received: 26-05-2020

Accepted: 23-06-2020

Introduction: Water hyacinth (*Eichornia crassipes*) is one of the world's most prevalent invasive aquatic plants. Due to the environmental and economic concerns associated with the water hyacinth spread, control of this plant seems will be necessary. Composting is promising techniques for controlling water hyacinth. Humic acid is the fraction of naturally occurring organic materials, which derive from the decomposition of plant and animal residues. Humic acid plays important roles in plants through stimulation of root growth and increase of water and nutrient uptake by plants. In this study, we evaluated the effect of water hyacinth compost and humic acid on the vegetative and reproductive characteristics of gerbera flowers

Materials and Methods: The present study was conducted as a factorial experiment in a completely randomized design with three replications. The first factor was water hyacinth compost (0, 25, 50, 75 and 100% v/v) and the second factor was humic acid (0, 250 and 500 mg L⁻¹). The peat moss + perlite (2:1 v/v) was considered as a control treatment. To prepare water hyacinth compost, the water hyacinth was collected from a river in Sari, Mazandaran, Iran. Water hyacinth leaves were exposed to direct sunlight for eight hours to wither then chopped to fine pieces and eventually was spread on the surface. The thickness of leaves is five-centimeter. One centimeter thickness of animal manure was added on top of the water hyacinth leaves and then a layer of ash and lime respectively added. This step was repeated until the height of the layer reached to one meter, finally the top layer was covered with dry leaves of native trees and black polyethylene sheets. The mass was mixed up every 15 days to get a better result (uniform decomposition). Finally, after three months, the compost was prepared. Gerbera (cv. Artist) seedlings with uniform size (15 cm) were planted in plastic pots at different levels of compost. Humic acid was used once every ten days. The average day and night temperature in the greenhouse during the experiment was 17±2 and 23±2°C, respectively, and the average greenhouse humidity was 65 to 75%. Flowering time, number of flowers, number of leaves, stem length, flower stem diameter, flower disk diameter, fresh and dry weight of shoots and roots, phenol content, total chlorophyll and carotenoids, concentrations of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium in the leaves, ion leakage of petals and vase life were evaluated.

Result and Discussion: According to the results of the effect of compost, humic acid and their interaction on most of the studied characteristics were significant. The highest number of flowers with 117% increase compared to the control treatment was related to 50% compost + 500 mg L⁻¹ humic acid. In this treatment, the time of flower emergence occurred 40 days earlier than the control. The highest chlorophyll content with 155.52% increase compared to control was observed in 25% compost + 500% humic acid. Mineral elements in the leaf of the Gerbera plant were significantly affected by growth media and humic acid. The highest nitrogen content was found in 50% compost + 500 mg L⁻¹ humic acid (a 50% increase compared to control). The highest potassium content was observed in 50% compost + 250 mg L⁻¹ humic acid. The highest concentrations of calcium were found in the leaves of plants grown in 50% compost + 500 mg L⁻¹ humic acid. The highest vase life with a 71.67% increase compared to the control treatment was related to plants that were grown in 25% or 50% compost+ 500 mg L⁻¹ humic acid. The lowest ion leakage was recorded in 50% compost + 500% humic acid with 56.79% decrease compared to the control. In the present study, most of the growth media and humic acid significantly affected most of the Gerbera plant parameters. The best results were obtained from 25% and 50% compost +250, 500 mg L⁻¹ humic acid. Due to proper drainage, increased water retention, a pseudo hormonal compound such as auxin and increased absorption of elements, compost improve the chemical and physical structure of growing media. Also, high leaf nitrogen content was observed in most compost-containing substrates. This element plays a key role in vegetative growth. The concentration of nitrogen and phosphorus in

1, 2 and 3- M.Sc. Student and Assistant Professors, Department of Horticultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, respectively.

(*- Corresponding Author Email: karimi@sanru.ac.ir)

4- Associate Professor, Department of Medicinal Plants, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran

compost is usually 5 to 11 times higher than soil which is gradually delivered to the plant and increases the growth and flowering of the plant. Humic acid plays important roles in plants through stimulation of root growth and increase of water and nutrient uptake by plants. In our study the application of humic acid at 250 and 500 mg L⁻¹ significantly increased concentration of nitrogen, phosphorus, calcium and potassium as compared with control. It has also been reported that humic acid provides growth regulators to regulate and control hormone levels in plants and stimulates the production of plant enzymes and hormones, which ultimately increases the vegetative and reproductive growth of the plant.

Conclusion: The results of this study showed that water hyacinth compost with humic acid due to improving the root environment and increasing the absorption of nutrients, increased quantitative, qualitative and vase life characteristics of *Gerbera* in comparison with control (peat + perlite). 50% compost was introduced as the best treatment in combination with concentrations of 250 and 500 mg L⁻¹ of humic acid.

Keywords: Flowering time, Elements, Growth media, Vase life