



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۸ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۵
صفحه‌های ۷۸۹-۸۰۴

تأثیر نحوه کاربرد و غلظت‌های مختلف هیومیک اسید بر عملکرد و میزان جذب عناصر معدنی گل رز مینیاتور رقم هفت رنگ

پروین طالبی^۱، زهره جبارزاده^{۲*}، و میرحسن رسولی صدقیانی^۳

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه - ایران
۲. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه - ایران (نویسنده مسئول مکاتبات)*
۳. استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه - ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۰۹/۰۲

تاریخ وصول مقاله: ۹۴/۰۷/۲۰

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثرات کاربرد خاکی و محلول‌پاشی هیومیک اسید بر ویژگی‌های رشدی، گلدهی و جذب عناصر گل رز مینیاتور رقم هفت رنگ در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور هیومیک اسید در ۴ غلظت (صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و نحوه کاربرد به دو صورت (کاربرد خاکی و محلول‌پاشی) با سه تکرار و دو مشاهده در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه، در سال‌های ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. نتایج آزمایش بیانگر تأثیر معنی‌دار هیومیک اسید بر صفات رویشی (مانند وزن تر و خشک برگ و قطر ساقه)، زایشی (مانند تعداد و قطر غنچه، قطر گل) و جذب عناصر غذایی گل رز مینیاتور رقم هفت رنگ بود. نتایج نشان داد که تیمار خاکی ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید باعث بیشترین میزان جذب نیتروژن (۸/۴۲۵ میکروگرم در گلدان) و آهن (۸/۱۲۴۷۶ میکروگرم در گلدان) در گیاه شد، اما میزان جذب روی در هیچ‌کدام از غلظت‌های اسید هیومیک معنی‌دار نشد. بیشترین میزان جذب مس نیز در تیمار محلول‌پاشی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (۴۶/۳۴۲ میکروگرم در گلدان) به‌دست آمد. در جذب منگنز و پتاسیم نیز غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین میزان جذب پتاسیم و منگنز را باعث شد. به‌طور کلی، می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد هیومیک اسید در گیاه باعث افزایش جذب برخی عناصر ضروری و رشد گیاهان می‌شود.

کلیدواژه‌ها: تعداد غنچه، رز مینیاتور، قطر گل، محلول‌پاشی، نیتروژن

۱. مقدمه

رز مینیاتور هفت‌رنگ (*Rosa chinensis* var. *minima*) از خانواده Rosaceae می‌باشد که در سال‌های اخیر به میزان گسترده‌ای کشت و کار می‌شود و از آن در بسیاری از نقاط ایران در پارک‌ها، خانه‌ها، باغ‌ها و غیره استفاده می‌شود [۷]. کم بودن عملکرد و کیفیت نامطلوب گل‌ها و گیاهان زینتی، دو مشکل عمده در کشور در مقایسه با سایر کشورها می‌باشد که می‌توان با مطلوب‌سازی شرایط تولید و همچنین استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد بر این مشکلات غلبه کرد [۲۶]. از این رو پژوهش‌های زیادی در جهت بهبود تولید گل‌ها در حال انجام است.

هیومیک اسید یک محصول تجاری است که حاصلخیزی خاک و قابلیت دسترسی عناصر غذایی را بهبود بخشیده و در نتیجه رشد و عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۲۵، ۲۹ و ۴۸]. هیومیک اسید دارای اثرات مستقیم و غیرمستقیم در گیاهان می‌باشد. اثر غیرمستقیم آن عموماً به شکل تغییر در شرایط محیطی نظیر بهبود ساختمان خاک، هوادهی، زهکشی، ظرفیت نگهداری آب، دمای خاک و غیره می‌باشد. از طرف دیگر، هیومیک اسید دارای اثرات مستقیم شامل افزایش زیست‌توده، جذب عناصر غذایی، فعالیت‌های ضد ویروسی و غیره بر گیاه می‌باشد [۱۳]. همچنین مواد هیومیک باعث بهبود رشد و افزایش عملکرد و کیفیت در تعدادی از گونه‌های گیاهی [۳۰ و ۴۸] از طریق افزایش جذب مواد غذایی می‌شوند [۸]. مواد هیومیک برای تحریک رشد ریشه، ساقه و جذب عناصر غذایی در محصولات گیاهی مفید می‌باشند [۶ و ۱۷]. علاوه بر این، این ماده، فرآیند تنفس، میزان قند، اسیدهای آمینه و نیترات را در گیاه تحت تأثیر قرار می‌دهند [۱۹]. استفاده از هیومیک اسید، باعث افزایش جذب عناصر غذایی و قابلیت دسترسی به مواد غذایی خاک به‌ویژه در

خاک‌های قلیایی با مواد آلی کم می‌شود [۲۴]. همچنین این ترکیب، تحرک و نقل و انتقال عناصر ماکرو و میکرو را بیشتر کرده و قابلیت استفاده ریزمغذی‌ها را افزایش می‌دهد [۳۲]. مواد هیومیکی حاصل از خاک اره باعث افزایش جذب عناصری مانند منیزیم، مس، فسفر و نیتروژن در چمن آگروستیس^۱ می‌شود [۱۱]. در انار کاربرد ۳۲ تا ۴۸ گرم هیومیک اسید به ازای هر درخت، رشد رویشی، عملکرد و کیفیت میوه‌ها را افزایش داده است [۳۲]. همه صفات مورفولوژیکی (به‌غیر از شاخه‌دهی و برگ‌های گیاه) و عملکرد (به‌غیر از غلاف و وزن ۱۰۰۰ دانه) و همچنین محتوای عناصر ماکرو (NPK) در بافت گیاه و میزان کلروفیل به میزان قابل توجهی با کاربرد هیومیک اسید همراه با آمینواسید در لوبیا افزایش یافت [۱۰]. محلول‌پاشی هیومیک اسید، جذب مس، روی، فسفر، پتاسیم، منیزیم و سدیم را در ذرت افزایش داد [۳۱]. تیمارهای هیومیک اسید وزن تر ریشه همیشه‌بهار و شمعدانی را افزایش داده است [۲۸]. همچنین، استفاده از هیومیک اسید به‌صورت ورمی کمپوست در گیاهان گلدار باعث بهبود ساختار فیزیکی محیط رشد و هوادهی محیط ریشه و در نتیجه افزایش تولید شد [۷].

از آنجایی که امروزه صنعت تولید گل در دنیا به یک کار تجاری بزرگ تبدیل شده و در کشور ما نیز گام‌های اساسی در جهت گسترش این صنعت برداشته شده است، از این‌رو تحقیقات کاربردی در این زمینه می‌تواند راهگشای بسیاری از مشکلات موجود در زمینه تولید، برداشت، فروش و به‌ویژه صادرات این صنعت باشد. همچنین، کیفیت مناسب گل و بازارپسندی در پرورش گل‌ها و گیاهان زینتی در جهان امروز از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است که توسط عوامل متعددی مانند رقم گل، روش کاشت، پرورش گیاه زینتی، شرایط محیطی و

1. *Agrostis*

تأثیر نحوه کاربرد و غلظت‌های مختلف هیومیک اسید بر عملکرد و میزان جذب عناصر معدنی گل رز مینیاتور رقم هفت رنگ

ریشه دار شده گل رز مینیاتور رقم هفت‌رنگ در محیط کشت شامل خاک، ماسه بادی و خاکبرگ به ترتیب با نسبت ۱:۲:۲ بود. بستر موردنظر از نوع شنی لومی بود که در جدول (۱) آورده شده است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل هیومیک اسید مرک آمریکا (Sigma Aldrich, USA) در ۴ غلظت (صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و نحوه کاربرد به دو صورت (کاربرد خاکی و محلول‌پاشی) با ۳ تکرار و ۲ مشاهده انجام شد که تیمارها یک ماه بعد از استقرار گیاهان اعمال شد. اعمال تیمارها هر ۲ هفته یک‌بار به مدت ۳ ماه انجام شد. لازم به ذکر است که دمای گلخانه در مدت انجام پژوهش ۱۶ درجه سانتی‌گراد در شب و ۲۴ درجه سانتی‌گراد در روز بود.

تغذیه گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در همین راستا، استفاده از مواد هیومیکی در بسترهای کشت و محلول‌های غذایی، نقش موثری در بهبود رشدونمو گیاهان دارد. بنابراین، هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر هیومیک اسید به صورت محلول‌پاشی و کاربرد خاکی و مطالعه اثر آن بر فعالیت‌های مورفوفیزیولوژیکی گیاه از جمله رشد، جذب عناصر و عملکرد گل رز مینیاتور می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و نحوه کاربرد تیمارها

این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی و آزمایشگاه گروه علوم باغبانی و علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، در سال ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. در این پژوهش از قلمه‌های

جدول ۱. نتایج آزمایش تجزیه خاک

EC (ds/m)	pH	بافت خاک	سیلت (%)	رس (%)	شن (%)	خصوصیات خاک مورد آزمایش
۱/۸	۷/۵	شنی لومی	۸/۰۷	۱۲/۷۵	۷۹/۱۷	مقدار موجود در خاک

اندازه‌گیری تعداد و قطر غنچه، قطر گل و قطر ساقه

در طول آزمایش تعداد غنچه موجود روی گیاه شمارش و ثبت شد، همچنین در پایان آزمایش قطر ساقه از قسمت یقه گیاه، قطر غنچه و قطر گل نیز توسط کولیس دیجیتالی مدل (NO: Z 22855) اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری قطر گل در ۲ جهت از قسمت وسط گل سه روز پس از باز شدن غنچه گل با کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری شد و از آنها میانگین گرفته شد.

اندازه‌گیری وزن تر و خشک برگ

جهت اندازه‌گیری وزن تر و خشک برگ بعد از اتمام آزمایش، حدود ۳ برگ کامل به طور تصادفی از قسمت میانی گیاه نمونه‌برداری گردید و ابتدا وزن تر برگ‌ها با ترازوی دیجیتالی مدل PJ300, Parsel با دقت (۰/۰۰۱) گرم اندازه‌گیری شد و سپس به آون با دمای تقریبی ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت انتقال داده شده و در نهایت وزن خشک نمونه‌ها اندازه‌گیری شد.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثرات اسید هیومیک و نحوه کاربرد آن بر شاخص‌های گلدهی و میزان جذب عناصر کل رز مینیا تور رقم هفت رنگ

میانگین مربعات

منگنز	مس	روی	آهن	پتاسیم	فسفر	قطر کل	قطر		وزن خشک		وزن تر برگ	درجه آزادی	منابع تغییرات
							خنجچه	تعداد خنجچه	برگ	ساقه			
۵۵۹۵۸۲/۳۳**	۵۲۵۴/۴۹**	^{ns} ۱۲۶۹۷/۵۷	۳۴۲۰۹۷۶/۹**	* ۱۱۸۴۳/۷۸	** ۳۶۳/۵۶	** ۳۰۳/۳۴	۲/۸۸*	** ۲/۱۳**	۰/۰۷۲*	۰/۶۶*	۳	اسید هیومیک	
۹۳۵۴۰/۵۸**	۶۹۹/۰۵ ^{ns}	۴۷۹۸۴/۵۹ ^{ns}	۸۷۰۰۹۰۹/۱**	۳۸۵۵۶/۱۶ ^{ns}	۰/۰۳۱ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۵ ^{ns}	۰/۸۲**	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۸۶ ^{ns}	۱	نحوه کاربرد	
۳۷۱۸۴/۶۱ ^{ns}	۵۲۰۵۶/۶۴**	۱۳۲۳۵۵/۳۳ ^{ns}	۱۴۸۸۶۱۳/۶**	۲۵۳۳۷/۱۱ ^{ns}	۱۵۴/۲۶*	۱۹۲/۰۷**	۰/۲۸ ^{ns}	۰/۳۱*	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۲	اسید هیومیک X نحوه کاربرد	
۷۱۷۴۱۵/۶۱	۹۵۲/۶۲	۵۹۷۹۸/۹۶	۱۴۳۳۱۲/۴	۳۳۷۹/۳۳	۳۲/۵۲	۹/۵۹	۰/۶۱	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۵۳	۱۴	اشتباه آزمایشی	
۱۳/۸۴	۱۵/۱۸	۲۰/۰۲	۱۴/۴۸	۱۴/۳۳	۱۴/۷۹	۴/۰۵	۶/۲۸	۹/۱۹	۱۴/۷۰	۱۷/۸۳	-	ضرب تغییرات (%)	

** معنی دار در سطح ۱ درصد، * معنی دار در سطح ۵ درصد و ^{ns} غیر معنی دار

تأثیر نحوه کاربرد و غلظت‌های مختلف هیومیک اسید بر عملکرد و میزان جذب عناصر معدنی گل رز مینیاتور رقم هفت رنگ

اندازه‌گیری میزان عناصر

برای اندازه‌گیری نیتروژن از روش کج‌لدال استفاده شد [۳۴]. اندازه‌گیری پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر و همچنین فسفر به روش کالریمتری و دستگاه اسپکتروفتومتر سنجش شد. عناصر آهن، روی، مس و منگنز نیز با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند [۴۱].

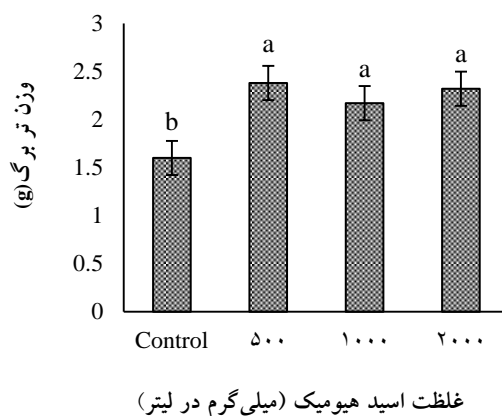
داده‌های به‌دست آمده در پژوهش حاضر، با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS آنالیز شده و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

وزن تر و خشک برگ و قطر ساقه

براساس نتایج تحقیق حاضر، تمامی غلظت‌های هیومیک اسید به صورت معنی‌داری باعث افزایش ویژگی‌های رویشی و زایشی گل رز مینیاتور نسبت به تیمار شاهد

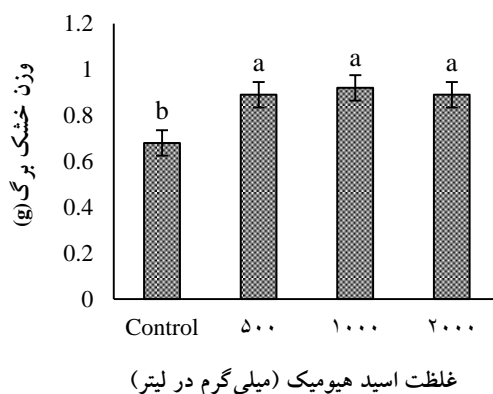
(عدم کاربرد هیومیک اسید) شدند، هر چند که نحوه کاربرد هیومیک اسید تأثیری بر ویژگی‌های رویشی گل نداشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر هیومیک اسید بر وزن تر برگ را نشان می‌دهد بیشترین میزان وزن تر برگ مربوط به تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (۲/۳۸ گرم) و کمترین وزن تر برگ نیز مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۱). در مورد وزن خشک برگ نیز تمامی غلظت‌های هیومیک اسید باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک برگ نسبت به تیمار شاهد شده بودند (شکل ۲). در مورد قطر ساقه نیز بیشترین قطر ساقه مربوط به تیمار خاکی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۴/۱۳ میلی‌متر) و کمترین قطر ساقه نیز مربوط به تیمار شاهد (۲/۲۸ میلی‌متر) بود (شکل ۳). همچنین بین تیمار شاهد با تیمار خاکی و محلول‌پاشی ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید تفاوت معنی‌داری نشان ندادند.



شکل ۱. اثر ساده غلظت‌های مختلف هیومیک اسید بر وزن تر برگ گل رز مینیاتور

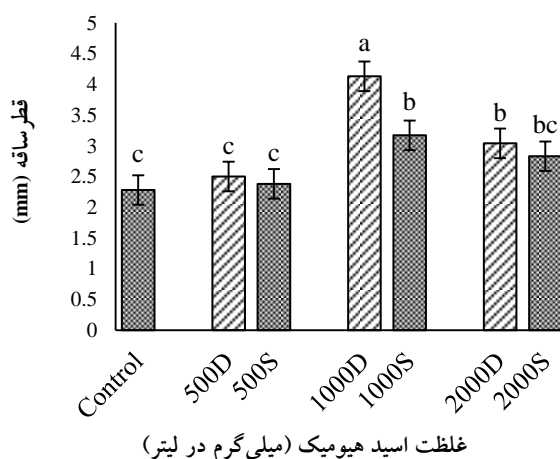
حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

پروین طالبی و همکاران



شکل ۲. اثر غلظت‌های مختلف هیومیک اسید بر وزن خشک برگ گل رز مینیاتور

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد.



شکل ۳. اثرات متقابل هیومیک اسید و نحوه کاربرد آن بر قطر ساقه گل رز مینیاتور - (S: محلولپاشی، D: کاربرد خاکی)

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

گلخانه‌ای و مزرعه‌ای باعث بهبود رشد گیاه از طریق افزایش طول ریشه و یا افزایش وزن تر و خشک ساقه و ریشه می‌شود. همچنین، کاربرد این ماده آلی به خاک باعث افزایش کلروفیل برگ، افزایش ریشه‌های جانبی و سهولت جذب عناصر ماکرو و میکرو می‌شود [۱۱، ۱۲ و ۳۵]. اسید هیومیک به دلیل تأمین برخی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می‌تواند سبب افزایش کلروفیل و افزایش عملکرد ماده خشک شود. رابطه مثبت و معنی‌دار بین کلروفیل و میزان

بیشترین وزن تر و خشک اندام‌های هوایی در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری با گیاهان شاهد داشت. نتایج این پژوهش با دیگر نتایج دیگر تحقیقات بر روی صفات رویشی و عملکرد گوجه‌فرنگی صورت گرفته است، مطابقت دارد [۴۴]. به‌طور کلی، می‌توان گفت غلظت‌های مختلف هیومیک اسید تأثیر مثبتی در افزایش وزن تر و خشک برگ و قطر ساقه داشتند. هیومیک اسید در شرایط

به‌زراعی کشاورزی

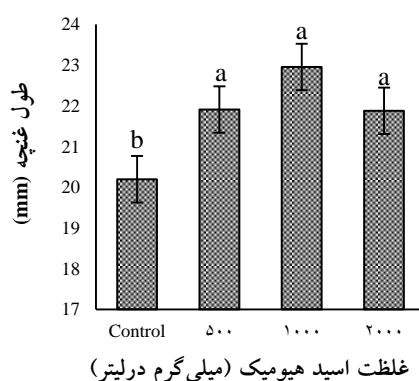
تأثیر نحوه کاربرد و غلظت‌های مختلف هیومیک اسید بر عملکرد و میزان جذب عناصر معدنی گل رز مینیاتور رقم هفت رنگ

تیمار هیومیک اسید باعث افزایش جذب عناصر نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر می‌گردد و در نتیجه باعث افزایش رشد گیاهان می‌شود که دلیلی بر افزایش وزن تر گل و برگ می‌باشد [۲]. همچنین، نتایج این پژوهش با نتایجی که تأثیر کاربرد برگی نیتروژن و اسید هیومیک روی رشد و عملکرد ذرت بررسی شده بود و بیان شده بود که کاربرد هیومیک اسید باعث افزایش وزن خشک در گیاه می‌شود، همخوانی دارد [۲۰]. در این پژوهش، تأثیر مثبت هیومیک اسید در افزایش قطر ساقه احتمالاً به این دلیل می‌تواند باشد که هیومیک اسید با تأثیر بر رشد ریشه و جذب عناصر نیتروژن و فسفر، رشد گیاه و قطر ساقه را افزایش می‌دهد.

تعداد و قطر غنچه و قطر گل

هیومیک اسید بر خواص زایشی نیز تأثیر معنی‌داری داشت، هر چند که نحوه کاربرد آن تأثیر معنی‌داری بر فاکتورهای گلدهی نداشت (جدول ۲). شمارش تعداد غنچه در تیمارهای مختلف نشان داد که کمترین تعداد غنچه در تیمار شاهد و بیشترین تعداد غنچه نیز در تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (۷/۳۳ عدد) بدست آمد (شکل ۴).

نیتروژن برگ و عملکرد ماده خشک وجود دارد [۴۳]. هیومیک اسید شامل بسیاری از عناصر می‌باشد که حاصلخیزی خاک و محتوای مواد آلی خاک را افزایش و در نتیجه رشد و عملکرد گیاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۲۵]. همچنین، هیومیک اسید رشد گیاه را از طریق کلات مواد مغذی مختلف افزایش می‌دهد و دارای اثرات مفید در افزایش رشد، تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی به علت دارا بودن ترکیبات هورمونی می‌باشد [۲]. اثرات غیرمستقیم ترکیبات هیومیکی را می‌توان به بهبود شرایط بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاک نسبت داد، درحالی‌که اثر مستقیم آن بر رشد گیاه را به افزایش محتوای کلروفیل، تسریع روند تنفس، پاسخ‌های هورمونی، افزایش نفوذپذیری غشای گیاه و یا ترکیبی از این فرآیندها نسبت داده‌اند [۳۳]. استفاده از مواد هیومیک اثرات مثبتی بر رشد و تولید گل آهار و جعفری [۲۱] و همیشه‌بهار و شمعدانی [۲۸] داشته است. اسید هیومیک با حفظ بافت فتوسنتزی، وزن خشک گیاه را افزایش می‌دهد [۴۴]. همچنین، هیومیک اسید از طریق افزایش محتوای نیتروژن، رشد، ارتفاع، تعداد برگ‌ها و عملکرد را افزایش می‌دهد [۹]. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهشی که تأثیر هیومیک اسید بر صفات رویشی و عملکرد گوجه‌فرنگی بررسی شده بود، همخوانی داشت [۴۴].



شکل ۴. اثر غلظت‌های مختلف هیومیک اسید بر تعداد غنچه گل رز مینیاتور

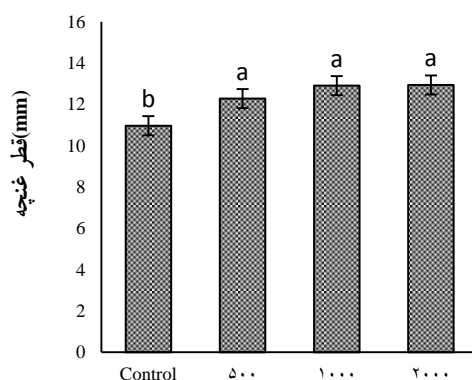
حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

به‌زراعی‌کشاورزی

پروین طالبی و همکاران

غلظت هیومیک اسید قطر گل نیز افزایش یافته است، به طوری که تیمار ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر با قطر (۸۲/۴۲ میلی متر) بیشترین و تیمار شاهد (۶۳/۴۷ میلی متر) کمترین قطر گل را ایجاد کردند (شکل ۶).

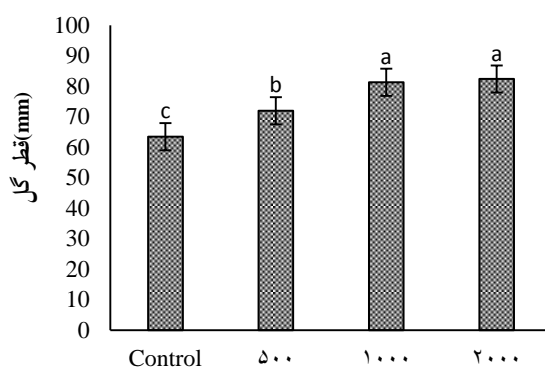
بر اساس نتایج مقایسه میانگین به دست آمده، کاربرد هیومیک اسید، قطر غنچه را نسبت به شاهد افزایش داد، هر چند بین غلظت‌های مختلف هیومیک اسید از لحاظ قطر غنچه اختلاف معنی داری وجود نداشت (شکل ۵). در مورد قطر گل نیز روند تغییرات حاکی از آن است که با افزایش



غلظت اسید هیومیک (میلی گرم در لیتر)

شکل ۵. اثر غلظت‌های مختلف هیومیک اسید بر قطر غنچه گل رز مینیاتور

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد.



غلظت اسید هیومیک (میلی گرم در لیتر)

شکل ۶. اثر غلظت‌های مختلف هیومیک اسید بر قطر گل رز مینیاتور

حروف مشابه نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

به زراعی کشاورزی

دوره ۱۸ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۵

تأثیر نحوه کاربرد و غلظت‌های مختلف هیومیک اسید بر عملکرد و میزان جذب عناصر معدنی گل رز مینیاتور رقم هفت رنگ

[۳۵] که باعث می‌شود میزان اکسین موجود در گیاه افزایش یافته و در نتیجه این افزایش ممکن است بر قطر گل نیز به دلیل افزایش اندازه سلول‌ها تأثیر بگذارد [۳۰ و ۴۸].

تغییرات جذب عناصر

هیومیک اسید بر جذب عناصر و همچنین افزایش آن در بافت‌های گیاه تأثیر قابل ملاحظه‌ای داشته است (جدول ۲). در بین غلظت‌های مختلف هیومیک اسید، غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در افزایش جذب نیتروژن تأثیر بیشتری داشت و بین تیمارهای خاکی و محلول‌پاشی از نظر جذب نیتروژن تفاوت معنی‌داری وجود داشت، اما بین تیمار خاکی ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اختلاف معنی‌دار نبود (جدول ۳).

افزایش عملکرد در ازای افزایش هیومیک اسید نسبت به تیمار شاهد علاوه بر تأثیر غلظت بهینه هیومیک اسید در محلول غذایی، به دلیل افزایش رشد ریشه، افزایش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a, b و کل) و سطح برگ یا همان افزایش ظرفیت فتوسنتزی [۹ و ۴۶] و افزایش میزان جذب عناصر غذایی ناشی از افزودن هیومیک اسید می‌باشد. لازم به ذکر است که بین غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. این بدان معنی است که با کاربرد کمتر اسید هیومیک می‌توان به همان کیفیت مطلوب گل در گیاه دست یافت. نتایج پژوهش حاضر با دیگر محققین که بیان کردند غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید منجر به افزایش عملکرد گل شاخه بریده ژبریا گردید، مطابقت دارد [۳۷]. هیومیک اسید باعث کاهش فعالیت IAA اکسیداز می‌شود

جدول ۳. تأثیر متقابل هیومیک اسید و نحوه کاربرد آن بر میزان عناصر در برگ گل رز مینیاتور رقم هفت‌رنگ طبق آزمون چنددامنه‌ای دانکن اعداد با حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند ($P < 0.01$).

نحوه کاربرد	غلظت‌های هیومیک اسید (mg/l)	نیتروژن (mg/pot)	فسفر (μg/pot)	آهن (μg/pot)	مس (μg/pot)
تیمار خاکی	۰	۱۶۹/۶ ^c	۳۰/۳۶ ^c	۵۳۹۶/۸ ^e	۱۴۹/۰۸ ^{cd}
	۵۰۰	۲۶۷۱/۶۹ ^{bc}	۳۶/۸۲ ^{bc}	۸۵۶۲ ^{cd}	۲۶۰/۴۴ ^b
	۱۰۰۰	۴۲۳/۸۲ ^a	۴۳/۸۳ ^b	۱۱۷۷۶/۳ ^a	۱۳۰/۱ ^d
	۲۰۰۰	۴۲۵/۸ ^a	۳۹/۲۴ ^{bc}	۱۲۴۷۶/۸ ^a	۲۲۷/۵۶ ^b
تیمار محلول‌پاشی	۵۰۰	۲۱۱/۶۳ ^c	۲۹/۷۰ ^c	۵۸۷۳/۷ ^{dc}	۱۰۴/۱۳ ^d
	۱۰۰۰	۳۵۴/۳۲ ^{ab}	۵۵/۳۷ ^a	۹۲۸۱/۸ ^{bc}	۳۴۲/۴۶ ^a
	۲۰۰۰	۲۰۷/۱۳ ^c	۳۴/۵۷ ^{bc}	۴۴۶۸ ^c	۲۰۸/۹ ^{bc}

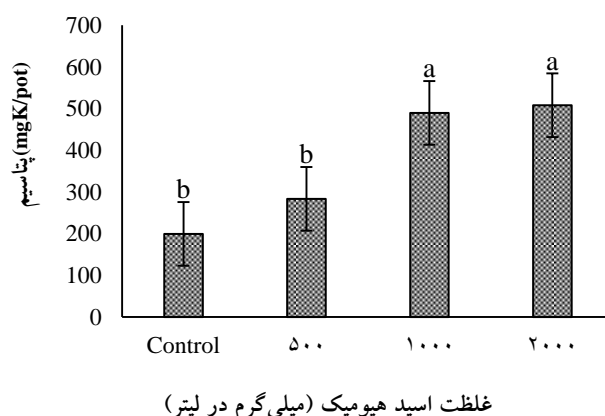
به شاهد افزایش داده‌اند. در هر دو نحوه کاربرد با افزایش غلظت هیومیک اسید تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر میزان

در مورد میزان جذب عنصر فسفر نیز تیمارهای مختلف خاکی و محلول‌پاشی میزان جذب فسفر را نسبت

در مورد عنصر مس، مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت‌های مختلف هیومیک اسید و نحوه کاربرد آن نشان می‌دهد که تیمار محلول‌پاشی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۳۴۲/۴۶ میکروگرم مس در گلدان) نسبت به سایر تیمارها تأثیر بیشتری در جذب مس داشت، ولی بین غلظت‌های خاکی ۵۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثر ساده هیومیک اسید بر میزان جذب پتاسیم نشان می‌دهد که یک روند افزایشی منظمی در بین غلظت‌های مختلف هیومیک اسید در جذب پتاسیم وجود دارد، به طوری که بیشترین میزان جذب پتاسیم مربوط به تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید می‌باشد (شکل ۷). البته اختلاف معنی‌داری در میزان جذب پتاسیم در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید وجود نداشت. این بدان معنی است که غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید، کارایی لازم را برای افزایش جذب پتاسیم داشته است و نیازی به مصرف بیشتر این ماده جهت افزایش کارایی جذب پتاسیم از طریق ریشه‌ها نیست.

جذب فسفر نیز افزایش یافت، اما در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک میزان جذب فسفر کمی کاهش یافته است. بیشترین میزان جذب فسفر نیز مربوط به تیمار محلول‌پاشی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (جدول ۳). تیمارهای خاکی هیومیک اسید نسبت به تیمارهای محلول‌پاشی تأثیر بیشتری در جذب آهن گیاه داشته است (جدول ۳). ذکر این نکته ضروری است که در تیمارهای خاکی با افزایش غلظت هیومیک اسید تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر میزان آهن در برگ نیز افزایش یافته است، اما با افزایش غلظت هیومیک اسید تا ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، جذب آهن تغییر معنی‌داری نیافته است. این بدان معنی است که غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید به صورت کاربرد خاکی کارایی لازم را جهت افزایش جذب آهن داشته و با افزایش غلظت کارایی هیومیک اسید افزایش نیافته است. لازم به ذکر است که کمترین میزان جذب آهن نیز مربوط به غلظت محلول‌پاشی ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. در این پژوهش، هیچ‌کدام از تیمارهای محلول‌پاشی و خاکی در جذب روی تأثیر معنی‌داری نداشتند.



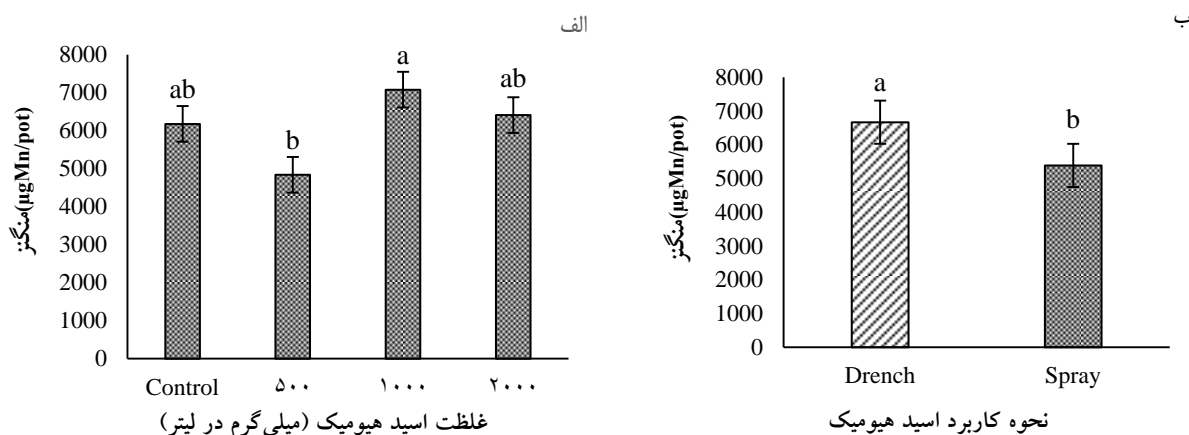
شکل ۷. اثر غلظت‌های مختلف هیومیک اسید بر میزان جذب پتاسیم گل رز مینیاتور

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

تأثیر نحوه کاربرد و غلظت‌های مختلف هیومیک اسید بر عملکرد و میزان جذب عناصر معدنی گل رز مینیاتور رقم هفت رنگ

میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید می‌باشد. همچنین تیمارهای خاکی هیومیک اسید نسبت به تیمارهای محلول‌پاشی هیومیک اسید در جذب منگنز بهتر عمل کرده‌اند (شکل ب-۸).

مقایسه میانگین اثر ساده هیومیک اسید بر میزان جذب منگنز نشان داد که در بین تیمارهای مختلف با تیمار شاهد اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند (شکل الف-۸). با این وجود، بیشترین میزان جذب منگنز مربوط به غلظت ۱۰۰۰



شکل ۸. اثر غلظت‌های مختلف هیومیک اسید و نحوه کاربرد آن بر میزان جذب منگنز گل رز مینیاتور
حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

افزایش می‌دهد. همچنین می‌توان اثر هورمونی شبیه جیبرلین این ماده را در جذب نیتروژن دخیل دانست [۱۹]، ۳۱ و ۴۷. اثر مواد هیومیکی در جذب نیترات توسط ریشه ذرت مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داده است که اسید هیومیک جذب نیترات و فعالیت آنزیم ATPase را در غشای پلاسمایی سلول‌های ریشه به طور معنی‌داری افزایش داده که به نظر می‌رسد فعال شدن پمپ پروتون غشاء پاسخ اولیه به هیومیک اسید در جذب عناصر غذایی باشد [۴۰].

هیومیک اسید جذب فسفر را به طور غیرمستقیم از طریق تشکیل ترکیبات پیچیده با آهن افزایش می‌دهد [۱۹]. بررسی اثر چندین نوع اسید هیومیک بر فعالیت آنزیم فسفاتاز ریشه نشان داد که هیومیک اسید از طریق ترکیب و ایجاد کمپلکس با آنزیم فسفاتاز باعث افزایش جذب فسفر

مطابق نتایج این تحقیق، هیومیک اسید باعث افزایش جذب ازت، پتاسیم، مس، منگنز و آهن شد که با نتایج حاصل از یافته‌های سایر پژوهشگران مطابقت دارد [۱]، ۳، ۱۷، ۱۹، ۲۳ و ۳۱. همچنین استفاده از هیومیک اسید محتوای مواد معدنی در برگ گیاهان مختلف را افزایش می‌دهد. هیومیک اسید دارای اثرات مستقیم و غیرمستقیم در گیاهان می‌باشد و کاربرد هیومیک اسید باعث تسریع رشد و جذب عناصر غذایی می‌شود. همچنین، به وسیله تیمار هیومیک اسید جذب عناصر ماکرو و میکرو در گیاه افزایش می‌یابد [۳۰].

بالا بودن میزان نیتروژن در گیاه را چنین می‌توان توجیه کرد که هیومیک اسید با تحریک جذب NO_3^- توسط افزایش بیان پروتئین حامل نیتروژن در سطح غشایی سلولی و همچنین تغییر در میزان کاتیون‌ها جذب نیتروژن را

۱۲، ۱۶، ۳۰ و ۴۸]. اثرات تحریک‌کنندگی مواد هیومیکی در نگهداری روی و آهن بسته به غلظت‌های مؤثر آن می‌باشد [۱۸].

به نظر می‌رسد اثرات مثبت کاربرد خاکی هیومیک اسید همانند اثرات کاربرد برگی آن به خاطر وجود ترکیبات شبه هورمونی از گروه اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها و جیبرلین‌ها در گیاه باشد. با در نظر گرفتن نتایج پژوهشگران مختلف، به نظر می‌رسد منشاء هیومیک اسید مصرفی، غلظت آن، نوع بستر و pH آن، همچنین نحوه مصرف هیومیک اسید در نتایج حاصله مؤثر باشد [۴]. همچنین در این پژوهش در جذب عناصر مس و آهن، تیمارهای محلول‌پاشی مؤثرتر از تیمارهای خاکی عمل کرده‌اند که می‌توان گفت استفاده از محلول‌پاشی برگی به عنوان یک روش سریع ذخیره عناصر میکرو می‌باشد، زیرا بسیاری از عناصر ریزمغذی به وسیله اغلب خاک‌ها تثبیت می‌شوند [۲۲]. در مورد عناصر ماکرو ذکر این نکته ضروری است که هیومیک اسید می‌تواند از طریق کلات کردن عناصر کلسیم و منیزیم در خاک باعث افزایش دسترسی ریشه به این عناصر می‌شود [۳۹]. مشابه نتایج پژوهش حاضر در بررسی‌های سایر پژوهشگران نیز افزایش جذب عناصر غذایی با کاربرد هیومیک اسید مشاهده شده است. به عنوان مثال، تأثیر هیومیک اسید بر خصوصیات رویشی و جذب عناصر غذایی کاهو مورد مطالعه قرار گرفته و تیمار هیومیک اسید در دو رقم بر طول، وزن خشک و عناصر غذایی مانند کلسیم، فسفر و منیزیم تأثیر معنی‌داری داشت [۱۷]. همچنین، بررسی اثر کلسیم و تیمار هیومیک اسید بر رشد و جذب عناصر غذایی سوسن شرقی نشان داد هیومیک اسید رشد گیاه را از طریق بهبود جذب عناصر غذایی و همچنین از طریق اثرات هورمونی خود تسهیل می‌کند [۱۴ و ۱۶]. حتی کاربرد هیومیک اسید به صورت محلول در خاک‌های آهکی نیز می‌تواند سبب افزایش وزن

در گیاه می‌شود [۴۶]. در مطالعه گلخانه‌ای اثر هیومیک اسید روی قابلیت جذب عناصر غذایی خاک و عملکرد پیاز، کاربرد ۲۰ کیلو گرم در هکتار هیومیک اسید به همراه NPK، بیشترین عملکرد پیاز را به همراه ۱۲ درصد افزایش در جذب NPK به همراه داشت [۱۰، ۳۱ و ۴۲]. کاربرد هیومیک اسید توانایی گیاهان برای حفظ محتوای نیتروژن بیشتر همراه با سایر عناصر ماکرو میکرو را افزایش می‌دهد [۲۴، ۳۲ و ۳۷].

مولکول‌های هیومیک اسید می‌توانند از غشاء سلول عبور و در آپوپلاست باعث احیای آهن شوند و در دسترس بودن آهن را افزایش دهند. اثر افزایش جذب آهن توسط هیومیک اسید احتمالاً به خاصیت احیاء‌کنندگی آن برمی‌گردد که در دسترس بودن و تجمع آهن را در بافت گیاهی افزایش می‌دهد [۲۷ و ۳۸]، اما این اثر در مورد عنصر روی دیده نمی‌شود، چون مکانیسم افزایش جذب روی توسط هیومیک اسید به خاصیت کلات‌کنندگی آن برمی‌گردد [۲۷ و ۳۱]. مکانیسمی که مواد هیومیک منجر به افزایش سنتز حامل‌های پروتئینی یونی و در نتیجه افزایش جذب یون می‌شوند در بررسی mRNA حامل‌های یونی در ریشه گیاه ذرت پس از تیمار هیومیک اسید مورد تأیید قرار گرفت [۳۱ و ۳۶]. علاوه بر این، هیومیک اسید از طریق تشکیل کمپلکس‌های پایدار با عناصر غذایی، به‌ویژه عناصر ریزمغذی مثل آهن و روی منجر به افزایش جذب عناصر و بهبود عملکرد گیاه می‌شود [۴۷]. مواد هیومیکی ممکن است اثر متقابلی با ساختار فسفولیپیدهای غشاء‌های سلولی داشته و به عنوان حاملی برای عناصر غذایی عمل نمایند [۳۱]. هیومیک اسید پلیمری است که می‌تواند به صورت مستقیم به عنوان یک ترکیب شبه‌هورمونی (اکسین و سیتوکینین) و یا غیرمستقیم از طریق افزایش جذب عناصر غذایی تأثیرگذار باشد [۵، ۸،

تأثیر نحوه کاربرد و غلظت‌های مختلف هیومیک اسید بر عملکرد و میزان جذب عناصر معدنی گل رز مینیاتور رقم هفت رنگ

- fertilizer and NPK fertilization. Journal of Applied Sciences Research. 3: 169-174.
- Adani F, Genevini P and Zoccohi G (1998) The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. Journal of Plant Nutrition. 21(3): 561-575
 - Ameri A, and Tehranifar A (2012) Effect of humic acid on nutrient uptake and physiological characteristics of *Fragaria ananassa* var. *camarosa*. Journal of Biological and Environmental Science. 6: 77-79.
 - Anderson NO (2006) Flower breeding and genetics, Issues, challenges and opportunities for the 21 century. Netherlands. 700 p.
 - Atiyeh RM, Edwards CA, Metzger JD, Lee S and Arancon NQ (2002) The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioresource Technology. 84: 7-14.
 - Ayas H and Gulser F (2005) Use of humic acid for improving soil organic matter and increasing crop yield. Journal of Biological Sciences. 5(6): 801-804.
 - Ayman M, Kamar M and Khalid M (2009) Amino and humic acids promote growth, yield and disease resistance of faba bean cultivated in clay soil. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 3(2): 731-739.
 - Bidegain RA, Kaemmerer M, Guisresse M, Hafidi M, Rey, F, Morard P and Revel JC (2000). Effects of humic substances from composted or chemically decomposed poplar sawdust on mineral nutrition of ryegrass. Journal of Agricultural Science Cambridge. 134: 259-267.
 - Boehme M, Schevtschenko J and Pinker I (2005) Iron supply of cucumbers in substrate culture with humate. Acta Horticulturae. 41: 329-335.

خشک و جذب عناصر غذایی روی، مس، آهن، منگنز و سایر عناصر غذایی شود [۱۵].

نتیجه‌گیری

از بین غلظت‌های مورد بررسی در این پژوهش به نظر می‌رسد که غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید در مجموع توانست بر خیللی از صفات مورد بررسی مؤثر باشد. در کل، تیمارهای محلول‌پاشی در افزایش شاخص‌های رویشی مؤثرتر از تیمارهای حاکی عمل کردند. همچنین، کاربرد هیومیک اسید به صورت محلول‌پاشی در مقایسه با کاربرد حاکی آن، سبب کاهش تأخیر زمانی بین مصرف و جذب عناصر غذایی به وسیله گیاه می‌شود و در نتیجه این روش کاربرد می‌تواند نسبت به سایر روش‌ها، اقتصادی‌تر باشد.

منابع

- دانشور حکیمی میبیدی ن، کافی م، نیکبخت ع و رجالی ف (۱۳۹۰) اثر هومیک اسید بر برخی از خصوصیات کمی و کیفی چمن اسپیدیگرین. علوم باغبانی ایران. ۴(۴۲): ۴۰۳-۴۱۲.
- سبزواری س و خزاعی ح ر (۱۳۸۸) اثر محلول پاشی سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم پیش‌تاز (*Triticum aestivum* L.). بوم‌شناسی کشاورزی. ۱(۲): ۶۳-۵۳.
- کمری س، پیوست غ ع و قاسم‌نژاد م (۱۳۹۱) تأثیر اسید هومیک بر صفات رویشی و عملکرد گوجه‌فرنگی رقم آیزابلا. علوم باغبانی. ۲۶: ۲۵۶-۲۶۲.
- Abel-Mawgoand, AMR, El-Greadly NHM, Helmy YI and Singer SM (2007) Responses of tomato plants to different rates of humic-based

13. Cacco G, Attina E, Gelsomino A and Sidari M (2000) Effect of nitrate and humic substances of different molecular size on kinetic parameters of nitrate uptake in wheat seedlings. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 163: 313-320.
14. Cangi R, Tarakcioglu C and Yasar H (2006) Effect of humic acid applications on yield, fruit characteristics and nutrient uptake in Ercis grape (*V. vinifera* L.) cultivar. *Asian Journal of Chemistry*. 18: 1493-1499.
15. Celik O, Atak C and Rzakulieva A (2008). Stimulation of rapid regeneration by a magnetic field in paulownia node cultures. *Journal of Central European Agriculture*. 9: 297-304.
16. Chang L, Wu Y, Xu WW, Nikbakht A and Xia YP (2011) Effects of calcium and humic acid treatment on the growth and nutrient uptake of Oriental lily. *African Journal of Biotechnology*. 11(9): 2218-2222.
17. Cimrin KM and Yilmaz I (2005) Humic acid applications to lettuce do not improve yield but do improve phosphorus availability. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*. 55: 58-63.
18. Clapp CE, Chen Y, Hayes MHB and Cheng HH (2001) Plant growth promoting activity of humic substances. In: Swift, R.S., Sparks, K.M. (Eds.), *Understanding and Managing Organic Matter in Soils, Sediments, and Waters*, International Humic Science Society, Madison. Pp. 243-255.
19. David PP, Nelson PV and Sandres DC (1994) A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. *Journal of Plant Nutrition*. 17: 173-184.
20. 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. *Agronomy Sustainable*. 25: 183-191.
21. Dudley JB, Pertuit AJ and Toler JE (2004) Leonardite influences zinnia and marigold growth. *Horticultural Science*. 39(2): 251-255.
22. El- Mohamedy RSR and Ahmed MA (2009) Effect of biofertilizers and humic acid on control of dry root rot disease and improvement yield quality of Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 5(2): 127- 137.
23. Fabrizio A, Pierluigi G, Patrizia Z and Graziano Z (2008) The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *Journal of Plant Nutrition*. 21(3): 37-41.
24. Fathy MA, Gabr MA and El Shall SA (2010) Effect of humic acid treatments on 'Canino' apricot growth, yield and fruit quality. *New York Science Journal*. 3(12): 109-115.
25. Hartwigson JA and Evans MR (2000) Humic acid seed and substrate treatments promote seedling root development. *Horticultural Science*. 35(7): 1231-1233.
26. Hashemabadi D and Zarchini M (2000) Yield and quality management of rose (*Rosa hybrida* cv. Poison) with plant growth regulators. *Journal of Plant Omics*. 3(6): 167-17.
27. Heavenly MM and Tehrani MM (1998) The role of micronutrients in increasing the yield and quality of crops, the impact of macro-micro elements. University publication. Second Edition.
28. Jack AH and Evans MR (2000) Humic acid seed and substrate treatments promote seedling root development. *HortScience*. 35(7): 1231-1233.
29. Karakurt Y, Unlu H, Unlu H and Padem H (2009) The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil Plant Science*. 59: 233-237.

30. Kaya M, Atak M, Khawar KM, Ciftci CY and Ozcan S (2005) Effect of presowing seed treatment with Zinc and foliar spray of humic acids on yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *International Journal of Agriculture and Biology*. 6: 875-878.
31. Khaled H and Fawy H (2011) Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth and soil properties under conditions of salinity. *Soil and Water Research*. 6(1): 21-29.
32. Khattab M, Shaban A, El-Shrief HA and El-Deen Mohamed A (2012) Effect of humic acid and amino acids on pomegranate trees under deficit irrigation. I: growth, flowering and fruiting. *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants*. 4(3): 253-259.
33. Mallikarjuna M, Govindasamy R and Chandrasekaran S (1987) Effect of humic acid on *Sorghum vulgare* var. CSH-9. *Current Science*. 56(24): 1273-1276.
34. Mulvaney CS and Bremer JM (1982) Methods of soil analysis. Chemical and microbiological properties. Part. 2, Pp. 595-624.
35. Nardi S, Pizzeghello D, Muscolo A and Vianello A (2002) Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*. 34: 1527-1536.
36. Nardi S, Pizzeghello D, Reniero F and Rascio N (2000) Chemical and biochemical properties of humic substances isolated from forest soils and plant growth. *Soil Science Society of America Journal*. 64: 639-645.
37. Nikbakht A, Kafi M, Babalar M, Xia YP, Luo A and Etemadi N (2008) Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake and postharvest life of *Gerbera*. *Journal of Plant Nutrition*. 31: 2155-2167.
38. Nikolic M, Cesco S, Romheld V, Varanini Z and Pinton R (2003) Uptake of iron (Fe-59) complexed to water-extractable humic substances by sunflower leaves. *Journal of Plant Nutrition*. 26(10): 2243-2252.
39. Mackowiak CL, Grossl PR and Bugbee BG (2001) Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. *Soil Science*. 65: 1744-1750.
40. Pinton R, Cesco S, Santi S, Agnolon F and Varanini Z (1999) Water-extractable humic substances enhance iron deficiency responses by Fe-deficient cucumber plants. *Plant and Soil Sciences*. 210: 145-57.
41. Ryan J, Estefan G and Rashid A (2001) *Soil and plant Analysis: Laboratory manual*, interaction center for agricultural research in the dry areas (ICARDA). 2nd Ed. Aleppo, Syrian, pp: 1-18.
42. Sangeetha M and Singaram P and Devi RD (2006) Effect of lignite humic acid and fertilizers on the yield of onion and nutrient availability. Paper presented at the 18th World Congress of Soil Science. Philadelphia, Pennsylvania, USA. 9-15.
43. Thi Lua H and Bohme M (2001) The influence of humic acid on tomato in hydroponic system. *Agronomy Journal*. 548: 451-458.
44. 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.) seedlings under saline soil conditions. *Acta Agriculture Scandinavica*. 7: 168-174.
45. Turner NC (1981) Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water stress. *Plant Soil*. 58: 339-366.
46. Vaughan D and Malcolm RE (1979) Effect of soil organic matter on peroxidase activity of

- wheat roots. *Soil Biology and Biochemistry*. 11: 57-63.
47. Vaughan D, Malcom RE and Ord BG (1985) Influence of humic substances on biochemical processes in plants, in D. Vaughan and R.E. Malcom (eds.), *Soil organic matter and biological activity*, Martinus Nijhoff/Junk W Publishers, Dordrecht. Pp: 77-108.
48. Yildirim E (2007) Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil Plant Science*. 57: 182-186.