



ارزیابی روش‌های کاربرد اسید هیومیک و نسبت‌های ازت بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد توت‌فرنگی (*Fragaria ananassa* Duch.) رقم پاروس

ماهرخ رستمی^۱ - علی‌اکبر شکوهیان^{۲*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۱۶

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کودهای شیمیایی ازت و آلی اسید هیومیک بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و عملکرد توت‌فرنگی (*Fragaria ananassa* Duch.) رقم پاروس تحقیقی به صورت کرت‌های دوبر خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در طی سال‌های ۹۴-۱۳۹۳ در محوطه دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح کود ازت (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، دو روش کاربرد اسید هیومیک (برگی و خاکی) و چهار سطح اسید هیومیک (۲۰، ۴ و ۶ کیلوگرم در هکتار) بودند. برپایه نتایج به دست آمده اثر غلظت‌های مختلف ازت، اسید هیومیک و روش‌های کاربرد آن و اثرات متقابل آن‌ها در اکثر صفات در سطح احتمال پنج درصد از لحاظ آماری معنی‌دار بوده‌اند. بررسی اثر متقابل بین اسید هیومیک و روش‌های کاربرد آن نشان داد که بیشترین مقادیر در صفات تعداد و سطح برگ از کاربرد خاکی ۶ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار حاصل شده است. بیشترین تعداد گل و میوه و عملکرد از اثر متقابل ازت و اسید هیومیک در سطح ازت ۱۰۰ و اسید هیومیک ۴ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. همچنین نتایج اثرات متقابل سه جانبه سطوح اسید هیومیک و روش‌های کاربرد آن و تیمارهای ازت نشان داد که بیشترین مقادیر صفات وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه و حجم ریشه از کاربرد برگی ۴ کیلوگرم و برای میانگین وزن تک میوه کاربرد برگی ۲ کیلوگرم اسید هیومیک همراه با سطح ازت ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شده است. براین اساس، بیشترین مقادیر در اکثر صفات مورد بررسی در مصرف ترکیبی سطوح ازت ۱۰۰ و کاربرد برگی ۴ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: کاربرد برگی و خاکی، حجم ریشه، عملکرد، وزن تر و خشک

مقدمه

رشد رویشی گیاه بادمجان را به غیر از تعداد برگ تحت تأثیر قرار داده و باعث تأخیر در تشکیل گل شد و بالاترین میانگین وزن میوه و عملکرد در کاربرد متعادل آن حاصل شده است. افزایش بالاتر ازت سبب کاهش وزن تر و خشک اندام هوایی، تعداد میوه و عملکرد توت‌فرنگی رقم گاویتا شده است (۱۳).

مواد هیومیک مخلوطی ناهمگن از مواد آلی در اثر تجزیه بقایای گیاهی و حیوانی (۲۰) و حاوی عناصر مغذی می‌باشد که مواد غذایی خاک را بهبود می‌بخشد و قابلیت دسترسی مواد غذایی و در نتیجه رشد و عملکرد گیاه را افزایش می‌دهد (۱ و ۷). مواد هیومیک شامل اسید هیومیک، اسید فولویک و هیومین می‌باشد و بر اساس حلالیت در آب به عنوان تابعی از PH مشخص می‌شود (۲۶). بر اساس گزارش حسینی فرحی و همکاران (۱۴) اسپری اسید هیومیک اثر مثبت روی تعداد میوه، عملکرد میوه در تک گیاه توت‌فرنگی رقم ارماس داشت و غلظت‌های بیشتر باردهی تک گیاه را کاهش داد. رحیمیان و همکاران (۲۱) گزارش کردند که وزن تر ساقه و ریشه بادام‌زمینی در تیمار برگی ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک بالا بود و بعد از آن کاهش

توت‌فرنگی تجاری با نام علمی *Fragaria ananassa* متعلق به تیره گلسرخیان (*Rosaceae*) و یک گیاه علفی دائمی است (۱۷). پایه کروموزومی توت‌فرنگی $x=7$ و دارای چهار سطح پلوئیدی از دیپلوئید تا اکتاپلوئید می‌باشد (۱۵). توت‌فرنگی مورد کشت گیاهی اکتاپلوئید $(2n=8x=56)$ و هیبریدی از *F. virginiana* و *F. chiloensis* شناخته شده است (۱۲).

ازت در رشد رویشی و زایشی اکثر محصولات باغبانی دخالت دارد (۲۴) و استفاده‌ی بیش از حد نه تنها کارایی مصرف آن را کاهش می‌دهد بلکه باعث آلودگی محیط زیست می‌شود (۲۵). آمینی‌فرد و همکاران (۳) گزارش کردند که افزایش مقادیر ازت به طور معنی‌داری

۱ و ۲- دانش آموخته و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

(*- نویسنده مسئول: Email: shokouhiana@yahoo.com)

DOI: 10.22067/jhorts4.v32i2.60673

داشت.

آبیاری کرت‌ها پودر مورد نظر با مقدار معینی از آب دیونیزه حل و با اسپری دستی روی بوته‌ها به اندازه‌ی مساوی محلول‌پاشی شد. ضمناً بر روی تیمارهای شاهد فقط آب آبیاری و محلول‌پاشی آب دیونیزه اعمال گردید.

شاخص‌های مورد بررسی شامل، تعداد ساقه‌های رونده (در طول فصل رشد) و برگ (در پایان فصل رشد)، سطح برگ (سطح برگ‌سنج مدل AM300 Area meter BioScientific Ltd)، میانگین وزن تر بخش هوایی و ریشه (به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم) و وزن خشک آن‌ها (قرار دادن نمونه‌ها در آون در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت)، حجم ریشه (با استفاده از استوانه مدرج)، تعداد گل و میوه، میانگین وزن تک میوه و عملکرد در بوته (تا پایان محصول دهی) بودند. داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

با توجه به جدول تجزیه واریانس مشخص گردید که اثرات تیمارهای ازت، اسید هیومیک و اثر متقابل اسید هیومیک × روش کاربرد، بر تعداد برگ و اثر ساده اسید هیومیک و روش کاربرد آن و اثر متقابل ازت × روش کاربرد اسید هیومیک بر تعداد ساقه‌های رونده از نظر آماری دارای تفاوت معنی‌دار بودند (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که بیشترین (۱۷/۲۸) و کمترین (۱۴/۳۶) تعداد برگ به ترتیب در سطوح ازت ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شده است. نتایج مشابهی توسط خان و همکاران (۱۸) روی فلفل دلمه‌ای گزارش شده است. از نظر اثر متقابل اسید هیومیک × روش کاربرد بیشترین (۱۷/۹۱) و کمترین (۱۴/۰۷) تعداد برگ به ترتیب در کاربرد خاکی و برگی ۶ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار به دست آمد (جدول ۳). با توجه به جدول مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۴) سطح ۶ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار کمترین (۱۸/۲۲) تعداد ساقه‌های رونده را داشت. ولی بین سطوح شاهد، ۲ و ۴ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار با وجود روند افزایشی تعداد ساقه‌های رونده، با افزایش غلظت اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. در کاربرد ترکیبی ازت × روش کاربرد اسید هیومیک بیشترین (۲۲/۳۴) و کمترین (۱۶/۵۹) تعداد ساقه‌های رونده از تیمار ازت ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و به ترتیب کاربرد خاکی و برگی اسید هیومیک حاصل شد (جدول ۵). مشاهدات اخیر با نتایج آزمایش کانتلف و همکاران (۵) در مورد افزایش تعداد ساقه‌های رونده با سطح بالای ازت همخوانی دارد.

همچنین مصرف ازت همراه با اسید هیومیک می‌تواند رشد رویشی و عملکرد را بهبود بخشد و راندمان مصرف کود شیمیایی ازت را افزایش دهد که می‌توان به اثرات متقابل مثبت آن‌ها بر روی خیار (۲۳) و گوجه‌فرنگی (۲) اشاره کرد. زیرا اسید هیومیک قابلیت نفوذپذیری سلول را افزایش می‌دهد و در نتیجه ورود سریع مواد معدنی را به سلول‌های برگ نمایان می‌سازد. بنابراین، منجر به جذب بالاتر مواد غذایی شده و رشد و عملکرد گیاه را باعث می‌شود (۸). با توجه به اظهارات فوق و نبود اطلاعات کافی در مورد تأثیر غلظت و روش‌های کاربرد اسید هیومیک و نسبت‌های ازت بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد توت‌فرنگی رقم پاروس در شرایط مزرعه تحقیق اخیر با هدف دستیابی به بهترین ترکیب تیماری در بهبود رشد رویشی و زایشی گیاه موردنظر انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در محدوده‌ی دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی در طی سال‌های ۹۴-۱۳۹۳ اجرا شد. در اوایل شهریور ماه آماده‌سازی زمین انجام شده و سپس کودهای پایه به مقدار ۱۵۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب پتاس و فسفر به همراه چهل تن در هکتار کود دامی (۱۷) محاسبه و به خاک داده شد. سپس پشته‌هایی به ابعاد ۱×۱/۵ متر تهیه و ردیف‌های به فاصله ۴۰ سانتی‌متر از هم‌دیگر در روی آن ایجاد کرده و نشاهای توت‌فرنگی رقم پاروس از خزانه تکثیر ارقام توت‌فرنگی زربار میوان تهیه و به اردبیل منتقل شد و به فاصله ۲۵ سانتی‌متر روی ردیف در اواخر آبان ماه با تراکم ۱۰ بوته در هر ۱/۵ مترمربع کشت گردید.

آزمایش به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با کاربرد تیمارهای برگی و خاکی اسید هیومیک هر کدام با چهار سطح (شاهد، ۲، ۴ و ۶ کیلوگرم در هکتار) و تیمار کود ازت با سه سطح (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) هر کدام با سه تکرار و در مجموع با ۷۲ واحد آزمایش به اجرا درآمد. در این بررسی سطوح ازت در کرت‌های اصلی و نوع کاربرد اسید هیومیک در کرت‌های فرعی و غلظت‌های اسید هیومیک در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نصف سطوح تیمار ازت (کود اوره) در موقع کاشت و ۲۵ درصد در اول اردیبهشت و ۲۵ درصد در اول خرداد به صورت سرک داده شد. برای اعمال تیمارهای برگی و خاکی، اسید هیومیک (هیومستر تاب حاوی ۸۵ درصد اسید هیومیک و فولویک، شرکت گل‌سنگ یزد) با شروع فصل رشد به فاصله هر ۱۰ روز یکبار (جمعاً چهار بار) مصرف گردید. در روش خاکی اسید هیومیک بر اساس تیمارهای موردنظر اندازه‌گیری شده سپس با آب دیونیزه حل و در جوی‌های حاوی آب آبیاری اضافه گردید. در روش برگی بعد از

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر سطوح اسید هیومیک و روش‌های کاربرد آن در تیمارهای مختلف نیتروژن بر خصوصیات مورفولوژیکی توت فرنگی رقم پاروس

Table 1- Analysis of variance of the effect of humic acid levels and methods of their application in different nitrogen treatments on morphological characteristics of strawberry cv. Paros

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares							
		تعداد برگ در بوته leaf number per plant	تعداد ساقه‌های رونده در بوته Runner number per plant	سطح برگ Leaf area	وزن تر Moisture weight		وزن خشک Dry weight		حجم ریشه Root volume
					بخش هوایی Aerial part	ریشه Root	بخش هوایی Aerial part	ریشه Root	
تکرار بلوک Block Repeat	2	0.862 ^{ns}	0.628 ^{ns}	95969.6 ^{ns}	0.215 ^{ns}	0.146 ^{ns}	0.317 ^{ns}	0.357 ^{ns}	0.427 ^{ns}
ازت Nitrogen	2	51.72 ^{**}	3.498 ^{ns}	328848.33 ^{**}	2124.497 ^{**}	475.571 ^{**}	157.885 ^{**}	45.339 ^{**}	167.09 ^{**}
اشتباه اصلی main error	4	2.053	1.951	59298.04	2.258	2.453	0.495	0.249	3.684
روش کاربرد Application method	1	4.052 ^{ns}	85.217 ^{**}	427303.9 ^{**}	896.62 ^{**}	7.044 ^{ns}	8.412 ^{ns}	0.982 ^{ns}	456.02 ^{**}
ازت × روش کاربرد Application × method Nitrogen	2	1.819 ^{ns}	60.509 ^{**}	13189.462 ^{ns}	400.498 ^{**}	94.248 ^{**}	13.928 [*]	8.651 ^{**}	78.468 ^{**}
اشتباه فرعی Sub error	6	1.33	0.38	18278.627	41.877	16.052	3.294	2.241	0.865
اسید هیومیک Humic acid	3	12.38 ^{**}	8.504 [*]	223700.126 ^{**}	1503.897 ^{**}	864.633 ^{**}	161.068 ^{**}	86.414 ^{**}	1051.928 ^{**}
ازت × اسید هیومیک Humic acid Nitrogen ×	6	2.212 ^{ns}	3.216 ^{ns}	89208.546 [*]	632.349 ^{**}	62.955 ^{**}	32.268 ^{**}	8.495 ^{**}	48.428 ^{**}
روش کاربرد × اسید هیومیک Application method × Humic acid	3	30.25 ^{**}	1.482 ^{ns}	312284.572 ^{**}	1076.811 ^{**}	230.72 ^{**}	87.807 ^{**}	22.744 ^{**}	309.469 ^{**}
اثر متقابل سه جانبه Interaction tripartite	6	4.851 ^{ns}	5.474 ^{ns}	25437.738 ^{ns}	578.446 ^{**}	125.891 ^{**}	47.075 ^{**}	18.404 ^{**}	36.047 ^{**}
اشتباه فرعی Sub sub mistake	36	2.282	2.968	38453.212	42.12	14.713	3.113	1.612	2.293
ضریب تغییرات C.V. (%)		9.5	8.9	18.7	14.1	13.5	14.2	13.5	5.1

ns, * و **: به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح آماری ۵ و ۱ درصد می‌باشند
ns, * and **: Non significant, significant at 5 and 1% probability levels, respectively

یابد. بیشترین وزن تر (۴۸/۳۲ گرم در بوته) و حجم (۴۴/۱۳ سانتی متر مکعب در بوته) ریشه، وزن خشک بخش هوایی (۲۱/۰۸ گرم در بوته) و ریشه (۱۶/۲۸ گرم در بوته) در سطوح ازت ۱۰۰ و کاربرد برگی ۴ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار و کمترین وزن تر (۱۳/۰۶ گرم در بوته)، خشک (۴/۲۴ گرم در بوته) و حجم (۱۴/۴۳ سانتی متر مکعب در بوته) ریشه از سطح ازت ۱۵۰ و کاربرد برگی ۶ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار حاصل شد. همچنین بیشترین (۷/۷۷ گرم در بوته) وزن تر بخش هوایی در سطح ازت ۱۰۰ و کاربرد خاکی ۴ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار و کمترین وزن تر (۱۶/۷۱ گرم در بوته) و خشک (۴/۳۹ گرم در بوته) بخش هوایی از سطوح ازت ۵۰ و کاربرد برگی ۶ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار به دست آمد. نتایج مشابهی توسط محققان دیگر در مورد معنی دار بودن اثرات متقابل ازت و اسید هیومیک (۲ و ۱۶)، اسید هیومیک و روش های کاربرد (۱۱) بر روی رشد رویشی گیاهان مختلف گزارش شده است. احتمالاً خواص شیمیایی و فیزیکی اسید هیومیک، از طریق افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی، هورمون های تنظیم کننده رشد و فعالیت میکروارگانیسم ها (۴) باعث افزایش تجمع ازت توسط گیاه می شود و با افزایش ازت، رشد گیاه افزایش می یابد. اسید هیومیک سبب افزایش خلل و فرج خاک شده بنابراین به تهویه خاک و تنفس ریشه و نفوذ آن در خاک کمک می کند در نتیجه سیستم ریشه را افزایش می دهد و افزایش در رشد رویشی را باعث می شود (۲۲).

در صفت سطح برگ، اثر ساده تیمارهای مورد بررسی، اثر متقابل ازت × اسید هیومیک و اسید هیومیک × روش کاربرد آن معنی دار شده اند (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل ازت و اسید هیومیک (جدول ۶) نشان داد که کاربرد ازت ۱۰۰ و اسید هیومیک ۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین (۱۴۹۱/۵۳ سانتی متر مربع) سطح برگ را به خود اختصاص دادند. کمترین مقدار سطح برگ (۸۶۴/۶ سانتی متر مربع) برای سطح ازت ۵۰ کیلوگرم در هکتار و شاهد اسید هیومیک ثبت شد. در مورد اسید هیومیک و روش کاربرد بیشترین (۳۴/۱۳۰۴ سانتی متر مربع) و کمترین (۷۵/۷۶۸ سانتی متر مربع) سطح برگ به ترتیب در کاربرد خاکی و برگی ۶ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار به دست آمد (جدول ۳) که با نتایج ال- سعید و همکاران (۹) منطبق است.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) حاکی از آن است که اثرات ساده ازت و اسید هیومیک بر روی وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه و حجم ریشه و اثر ساده روش کاربرد اسید هیومیک بر روی وزن تر بخش هوایی و حجم ریشه و اثرات متقابل تیمارها بر کلیه این صفات از لحاظ آماری معنی دار بوده است. مقایسه میانگین داده ها (جدول ۷) نشان داد که با افزایش سطح ازت تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار وزن تر بخش هوایی (به غیر از کاربرد خاکی ۲ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار) و ریشه (به غیر از کاربرد خاکی ۶ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار)، وزن خشک بخش هوایی و ریشه و حجم ریشه افزایش می-

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف ازت روی تعداد برگ توت فرنگی رقم پاروس

Table 2. Mean comparison of different levels of Nitrogen on the leaf number strawberry cv. Paros

ازت Nitrogen (kg.ha ⁻¹)	تعداد برگ در بوته Leaf number per plant
50	15.59 ^b
100	17.28 ^a
150	14.36 ^c
LSD 5%	0.88

حروف متفاوت بیان کننده معنی دار بودن میانگین ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.
Different letters indicate significant differences were observed by LSD test at 5% probability level.

(۱۷/۵۵ عدد) و میوه (۱۴/۵ عدد) در سطح ازت ۱۰۰ و اسید هیومیک ۴ کیلوگرم در هکتار و کمترین تعداد گل (۶/۵۴ عدد) و میوه (۵/۵ عدد) در ازت ۵۰ و شاهد اسید هیومیک مشاهده شد (جدول ۶). اثرات متقابل مثبت اسید هیومیک و ازت بر روی تعداد گل و میوه بادام زمینی (۱۹) ارائه شده است که با نتایج به دست آمده در این آزمایش مطابقت دارند.

مطابق با نتایج تجزیه واریانس (جدول ۸) تیمارهای ازت و اسید هیومیک و اثر متقابل آن ها برای تعداد گل و میوه و اثر متقابل ازت × روش کاربرد اسید هیومیک بر روی تعداد گل از لحاظ آماری معنی دار، ولی تأثیر تیمارهای دیگر روی این صفات غیرمعنی دار بوده است. مقایسه میانگین اثر متقابل ازت × روش کاربرد اسید هیومیک بر تعداد گل نشان داد که بیشترین (۲۷/۱۳ عدد) تعداد گل در کاربرد برگی اسید هیومیک همراه با ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار می باشد (جدول ۵). در مورد اثر متقابل ازت و اسید هیومیک بیشترین تعداد گل

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح اسید هیومیک × روش‌های کاربرد آن روی تعداد و سطح برگ توت فرنگی رقم پاروس
Table 3- interaction effects of Humic acid level × Application method on leaf number and leaf area in strawberry cv. Paros

روش‌های کاربرد Application methods	اسید هیومیک Humic acid (kg.ha ⁻¹)	تعداد برگ در بوته leaf number per plant	سطح برگ Leaf area (cm ² .plant ⁻¹)
برگی Foliar	0	15.17 ^{bcd}	920.14 ^{cd}
	2	16.72 ^{abc}	1050.28 ^{bc}
	4	16.06 ^{abcd}	1128.23 ^{abc}
	6	14.07 ^d	768.75 ^d
	0	14.09 ^d	915.16 ^{cd}
خاکی Soil	2	14.75 ^{cd}	1013.77 ^c
	4	17.18 ^{ab}	1250.43 ^{ab}
	6	17.91 ^a	1304.34 ^a
	LSD 5%	2.5	325.02

حروف متفاوت بیان کننده معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.
Different letters indicate significant differences were observed by LSD test at 5% probability level.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف اسید هیومیک روی تعداد ساقه‌های رونده توت فرنگی رقم پاروس
Table 4- Mean comparison of different levels of humic acid on the number of strawberry cv. Paros runners

اسید هیومیک Humic acid (kg.ha ⁻¹)	تعداد ساقه‌های رونده در بوته Runner number per plant
0	19.46 ^a
2	19.51 ^a
4	19.74 ^a
6	18.22 ^b
LSD 5%	1.16

حروف متفاوت بیان کننده معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.
Different letters indicate significant differences were observed by LSD test at 5% probability level.

در سطح نیتروژن ۱۰۰ و اسید هیومیک ۴ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن با ۳۱/۴۹ گرم در بوته در سطح نیتروژن ۱۵۰ و اسید هیومیک ۶ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. ال-نمر و همکاران (۱۰)، کاندیل و همکاران (۱۶) و زینالی و مرادی (۲۸) نیز روی گیاهان مختلف به نتایج مشابهی دست یافتند.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۸) نشان داد که تیمارهای ازت، اسید هیومیک و روش کاربرد آن و اثر متقابل ازت × اسید هیومیک بر عملکرد میوه تأثیر معنی‌داری از نظر آماری داشته است. با مشاهده جدول مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۶) در مورد اثر متقابل ازت و اسید هیومیک بیشترین عملکرد با ۱۰۴/۴۳ گرم در بوته

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف ازت × روش‌های کاربرد اسید هیومیک روی تعداد ساقه‌های رونده و گل در بوته توت فرنگی رقم پاروس
Table 5- Interaction effects of Nitrogen level × Application method of humic acid on the runner and flower number per strawberry plant cv. Paros

روش‌های کاربرد Application methods	ازت Nitrogen (kg.ha ⁻¹)	تعداد ساقه‌های رونده در بوته Runner number per plant	تعداد گل در بوته Flower number per plant
برگی Foliar	50	18.94 ^b	8.77 ^c
	100	18.64 ^b	13.27 ^a
	150	16.59 ^c	12 ^{ab}
خاکی Soil	50	18.91 ^b	9.25 ^{bc}
	100	19.97 ^b	13.09 ^a
	150	22.34 ^a	8.33 ^c
LSD 5%		1.53	3.15

حروف متفاوت بیان کننده معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.
Different letters indicate significant differences were observed by LSD test at 5% probability level.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف ازت × اسید هیومیک روی سطح برگ، تعداد گل و میوه و عملکرد میوه در بوته توت فرنگی رقم پاروس

Table 6- Interaction effects of nitrogen ×humic acid levels on leaf area, the flower number, fruit number and fruit yield in strawberry plant cv. Paros

ازت Nitrogen (kg.ha ⁻¹)	اسید هیومیک Humic acid (kg.ha ⁻¹)	سطح برگ Leaf area (cm ² .plant ⁻¹)	تعداد گل در بوته Flower number per plant	تعداد میوه در بوته Fruit number per plant	عملکرد میوه Fruit yield (g.plant ⁻¹)
50	0	864.6 ^b	6.54 ^e	5.5 ^f	37.56 ^e
	2	980.33 ^b	9.5 ^{cde}	7.33 ^{def}	53.3 ^{de}
	4	1140.75 ^b	12.66 ^{bc}	11 ^{bc}	77.89 ^{bc}
	6	1084.16 ^b	7.33 ^e	5.67 ^{ef}	33.02 ^e
100	0	1005.11 ^b	8.66 ^{de}	7.16 ^{def}	48.76 ^{de}
	2	1075.4 ^b	13 ^{bc}	10 ^{bcd}	63.06 ^{cd}
	4	1491.53 ^a	17.55 ^a	14.5 ^a	104.43 ^a
	6	1115.56 ^b	13.5 ^b	12.34 ^{ab}	84.47 ^{abc}
150	0	883.25 ^b	12.5 ^{bc}	10 ^{bcd}	89.62 ^{ab}
	2	1040.36 ^b	11.5 ^{bed}	9 ^{cde}	94.17 ^{ab}
	4	935.71 ^b	8.16 ^{de}	7.66 ^{def}	51.14 ^{de}
	6	909.91 ^b	8.5 ^{de}	6.41 ^{ef}	31.49 ^e
LSD 5%		325.02	3.99	3.33	23.59

حروف متفاوت بیان کننده معنی دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.
Different letters indicate significant differences were observed by LSD test at 5% probability level.

جدول ۷- اثرات سه گانه سطوح مختلف ازت × اسید هیومیک × روش‌های کاربرد آن بر وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه، حجم ریشه و میانگین وزن تک میوه در بوته توت فرنگی رقم پاروس

Table 7- Tripartite interaction effectsof nitrogen× humic acid ×application method levels on fresh and dry weight of shoot and root, root volume and fruit weight in strawberry plant cv. Paros

ازت Nitrogen (kg.ha ⁻¹)	روش‌های کاربرد Application methods	اسید هیومیک Humic acid (kg.ha ⁻¹)	وزن تر Moisture weight (g.plant ⁻¹)		وزن خشک Dry weight (g.plant ⁻¹)		حجم ریشه Root volume (cm ³ .plant ⁻¹)	میانگین وزن تک میوه Average of fruit weight (g.plant ⁻¹)
			بخش هوایی Aerial part	ریشه Root	بخش هوایی Aerial part	ریشه Root		
50	برگی Foliar	0	34.72 ^{ghij}	22.16 ^{hij}	8.58 ^{ij}	7.5 ⁱ	25.16 ^{ij}	5.16 ^{klk}
		2	37.79 ^{efgh}	24.59 ^{ghij}	10.27 ^{ghi}	8.08 ^{hi}	24.16 ^{jk}	6.36 ^h
		4	70.94 ^a	41.55 ^b	19 ^{ab}	14 ^b	44.03 ^a	6.94 ^{fgh}
		6	16.71 ^l	14.03 ^k	4.39 ^l	4.95 ^l	15.66 ^m	6.42 ^h
	خاکی Soil	0	34.24 ^{fghi}	20.83 ^j	9.33 ^{hij}	7.33 ⁱ	20.66 ^l	5.16 ^{ijk}
		2	59.81 ^b	31.14 ^{defg}	15.44 ^{cd}	10.47 ^{defg}	30.1 ^{gh}	5.96 ^{hij}
		4	33.09 ^{fghi}	32.57 ^{cdef}	8.86 ^{ij}	11.32 ^{cdef}	36.56 ^d	9.02 ^d
		6	27.49 ^{ghij}	24.89 ^{ghij}	6.69 ^{kl}	7.57 ⁱ	25.13 ^{ij}	6.08 ^{hij}
	برگی Foliar	0	51.16 ^{bcd}	25.61 ^{ghij}	12.65 ^{defg}	7.84 ^{hi}	25.2 ^j	9.24 ^d
		2	53.5 ^{bcd}	37.66 ^{bcd}	13.87 ^{def}	11.51 ^{cde}	30.03 ^{gh}	11.68 ^a
		4	72.19 ^a	48.32 ^a	21.08 ^a	16.28 ^a	44.13 ^a	6.53 ^h
		6	34.55 ^{fghi}	29.1 ^{efgh}	13.24 ^{defg}	10.15 ^{defgh}	16.5 ^m	4.02 ^l
خاکی Soil	0	53.15 ^{bcd}	28.09 ^{fghi}	14.54 ^{cde}	9.15 ^{fghi}	27.6 ^{hi}	10.5 ^{bc}	
	2	53.62 ^{bcd}	35.4 ^{bcde}	14.7 ^{cde}	11.85 ^{bcdde}	33.5 ^{ef}	10.87 ^{ab}	
	4	77.7 ^a	38.96 ^{bc}	20.13 ^{ab}	12.38 ^{bcd}	42.5 ^{ab}	7.58 ^{efg}	
	6	57.44 ^{bc}	23.1 ^{hij}	11.96 ^{efgh}	8.03 ^{hi}	41.03 ^{bc}	4.39 ^{kl}	
برگی Foliar	0	26.55 ^{hij}	21.22 ^j	6.74 ^{kl}	7.86 ^{hi}	19.83 ^l	6.79 ^{gh}	
	2	47.68 ^{cde}	25.17 ^{ghij}	12.22 ^{efgh}	8.51 ^{ghi}	32.56 ^{efg}	7.95 ^{ef}	
	4	38.81 ^{efg}	32.43 ^{cdef}	17.34 ^{bc}	9.94 ^{efgh}	32.56 ^{efg}	9.7 ^{cd}	
	6	23.63 ^{ij}	13.06 ^k	5.44 ^{kl}	4.24 ^l	14.43 ^m	5.11 ^{jk}	
خاکی Soil	0	25.86 ^{ij}	14 ^k	8.1 ^{ijk}	4.83 ^l	21.83 ^{kl}	6.21 ^{hi}	
	2	42.68 ^{def}	24.32 ^{ghij}	10.78 ^{fghi}	7.55 ⁱ	35.03 ^{de}	8 ^e	
	4	50.97 ^{bcd}	30.36 ^{efg}	12.34 ^{defgh}	9.99 ^{efgh}	39.1 ^c	7.74 ^{efg}	
	6	76.86 ^a	38.75 ^{bc}	20.17 ^{ab}	13.18 ^{bc}	31.63 ^{fg}	5.9 ^{hij}	
LSD 5%		10.76	6.358	2.92	2.1	2.51	0.95	

حروف متفاوت بیان کننده معنی دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.
Different letters indicate significant differences were observed by LSD test at 5% probability level.

جدول ۸- تجزیه واریانس اثر سطوح اسید هیومیک و روش‌های کاربرد آن در تیمارهای مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد توت فرنگی رقم پاروس

Table 8 - Analysis of variance of the effect of humic acid levels and methods of their application in different nitrogen treatments on yield and yield components of strawberry cv. Paros

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares			
		تعداد گل Number of flowers	تعداد میوه Number of fruits	میانگین وزن تک میوه Average of fruit weight	عملکرد میوه Fruit yield
تکرار بوک Block Repeat	2	13.77 ^{ns}	10.545 ^{ns}	0.636 ^{ns}	392.147 ^{ns}
ازت Nitrogen	2	111.282 ^{**}	85.566 ^{**}	17.608 ^{**}	3786.864 ^{**}
اشتباه اصلی main error	4	3.168	6.764	0.384	274.495
روش کاربرد Application method	1	22.669 ^{ns}	12.087 ^{ns}	0.291 ^{ns}	1758.838 [*]
ازت × روش کاربرد Nitrogen * Application method	2	29.784 ^{**}	10.983 ^{ns}	1.379 [*]	841.393 ^{ns}
اشتباه فرعی Sub error	6	3.389	2.038	0.109	324.721
اسید هیومیک Humic acid	3	46.58 ^{**}	42.281 ^{**}	34.013 ^{**}	2781.362 ^{**}
ازت × اسید هیومیک Nitrogen × Humic acid	6	52.9 ^{**}	35.483 ^{**}	22.863 ^{**}	4389.2 ^{**}
روش کاربرد × اسید هیومیک Application method × Humic acid	3	11.134 ^{ns}	7.661 ^{ns}	0.547 ^{ns}	737.865 ^{ns}
اثر متقابل سه جانبه Interaction tripartite	6	12.257 ^{ns}	6.918 ^{ns}	2.435 ^{**}	470.692 ^{ns}
اشتباه فرعی فرعی Sub sub error	36	5.809	6.596	0.332	314.152
ضریب تغییرات C.V. (%)		22.3	28.9	7.9	27.6

ns, * and **: به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح آماری ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

ns, * and **: Non significant, significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

بیشترین تعداد و سطح برگ در بالاترین سطح اسید هیومیک به روش خاکی مشاهده شد. اما در صفات دیگر کاربرد برگی ۴ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار بیشتر بود. همچنین به غیر از تعداد ساقه‌های رونده، دیگر صفات مورد ارزیابی بیشترین مقادیر را در سطح دوم ازت همراه با کاربرد اسید هیومیک داشتند. به طور کلی می‌توان گفت که در بیشتر موارد کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و زیستی راهکاری در راستای رسیدن به کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی منابع آب و خاک در کنار افزایش محصول محسوب می‌گردد.

سپاسگزاری

نگارندگان بدین وسیله از دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی به خاطر حمایت‌های مادی این پژوهش تقدیر و تشکر می‌نمایند.

ایلدیریم (۲۷) بیان می‌دارد که تأثیر تحریک‌کنندگی مواد هیومیکی بر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی ممکن است به علت افزایش تراوایی سلول و جذب عناصر غذایی، همچنین فعالیت شبه‌هورمونی مواد هیومیکی مربوط باشد. اثر اسید هیومیک و ازت بر افزایش عملکرد گیاه از طریق اثرات فیزیولوژیکی که روی متابولیسم سلول‌های گیاه من جمله برگ دارد، می‌باشد (۲۳).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاضر نشان داد که صفات مورفولوژیکی و عملکرد توت‌فرنگی تحت تأثیر تیمارهای ازت، اسید هیومیک و روش‌های کاربرد آن قرار گرفت. در اکثر صفات مورد اندازه‌گیری بالاترین سطح ازت و اسید هیومیک، به ویژه روش برگی، باعث کاهش مقادیر این صفات در توت‌فرنگی گردید. باید به این نکته توجه داشت که اگرچه

منابع

- 1-Abbas T., Ahmad S., Ashraf M., Adnan Shahid M., Yasin M., and Mukhtar Balal R. 2013. Effect of humic and application at different growth stages of kinnow mandarin (*Citrus reticulata* blanco) on the basis of physio-biochemical and reproductive responses. *Academia Journal of Biotechnology*, 1 (1): PP. 014 -020.
- 2-Aman S., and Rab A. 2013. Response of tomato to nitrogen levels with or without humic acid. *Sarhad Journal of Agriculture*, 29 (2): PP. 181-186.
- 3-Aminifard M. H., Aroiee H., Fatemi H., Ameri, A. and Karimpour S. 2010. Responses of eggplant (*Solanum melongena* L.) to different rates of nitrogen under field conditions. *Journal of Central European Agriculture*, 11 (4): PP. 453-458.
- 4-Arancon N.Q., Lee S., Edwards C.A., and Atiyeh R. 2003. Effects of humic acids derived from cattle, food and paper-waste vermicomposts on growth of greenhouse plants. *Pedobiologia*, 47: PP. 741-744.
- 5-Cantliffe D. J., Castellanos J. Z., Paranjpe A. V. 2007. Yield and quality of greenhouse-green strawberries as affected by nitrogen level in Coco Coir and Pine Bark media. *Proceedings of the Florida State horticultural Society*, 120: PP. 157-161.
- 6-Chen Y., and Aviad T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. In: MacCarthy, p., Clapp, C.E., Malcom, R.L., Bloom, P.R. (Eds.), *Humic Substances in Soils and Crop Science: Selected Readings*. Soil Science Society of America, Madison, PP. 161-186.
- 7-Denre M., Bandopadhyay P. K., Chakravarty A., Pal S., and Bhattacharya, A. 2014. Effect of foliar application of humic acid, zinc and boron on biochemical changes related to productivity of pungent pepper (*Capsicum annum* L.). *African Journal of Plant Science*, 8 (6): PP. 320-335.
- 8-Ehsan S., Javed S., Saleem I., Habib F., and Majeed T. 2014. Effect of humic acid foliar spraying and nitrogen fertilizers management on wheat yield. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 4 (4): PP. 28-33.
- 9-El -Sayed Hameda E.A., Saif El Dean A., Ezzat S., and El Morsy A.H.A. 2011. Responses of productivity and quality of sweet potato to phosphorus fertilizer rates and application methods of the humic acid. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, 1:383-393.
- 10-El-Nemr M. A., El-Desuki M., El-Bassiony A. M., and Fawzy Z. F. 2012. Response of Growth and Yield of Cucumber Plants (*Cucumis sativus* L.) to Different Foliar Applications of Humic Acid and Bio-stimulators. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(3): PP. 630-637.
- 11-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): P. 14-20.
- 12-Flachowsky H., Hofer M., and Hanke M. V. 2011. Strawberry. *Fruit Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 5 (1): PP. 8 -26.
- 13-Ganjehi B., and Golchin A. 2011. The effect of different levels of nitrogen, potassium and magnesium on yield and growth indices of strawberry in hydroponic culture. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 2(8): PP. 71 -80. (In Persian).
- 14-Hosseini Farahi M., Aboutalebi A., Eshghi S., Dastyaran M., and Yosefi F. 2013. Foliar application of humic acid on quantitative and qualitative characteristics of Aromas-strawberry in soilless culture. *Agricultural Communications*, 1 (1): PP. 13-16.
- 15-Hummer K., Nathewet P., and Yanagi, T. 2009. Decaploidy in *Fragaria iturupensis* (*Rosaceae*). *American Journal of Botany*, 96(3): PP. 713 -716.
- 16-Kandil A. A., Sharief A. E., and Fathalla F. H. 2013. Onion yield as affected by foliar application with amino and humic acids under nitrogen fertilizer levels. *Esci Journal of Crop Production*, 02 (02): PP. 62-72.
- 17-Kashi A., and Hekmati J. 1991. Growing strawberries. Publications Tehran, P. 121. (In Persian).
- 18-Khan A., Muhammad Shah S. N., Rab A., Sajid M., Ali K., Ahmed A., and et al. 2014. Influence of nitrogen and potassium levels on growth and yield of chillies (*Capsicum annum* L.). *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 3 (3): P. 260.
- 19-Moraditochae M. 2012. Effects of Humic Acid Foliar Spraying and Nitrogen Fertilizer Management on Yield of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) in Iran. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 7(4): PP. 289 -293.
- 20-Pilnali, N., & Kaplan, M. 2003. Investigation of effects on nutrient uptake of humic acid applications of different forms to strawberry plant. *Journal of Plant Nutrition*, 26 (40): PP. 835-843.
- 21-Rahimian B. A., Shirmohammadi E., Geikloo A. 2014. Effect of Humic Acid Application on Qualitative Characteristic and Micronutrient Status in *Petunia hybrid* L. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 3 (9): PP. 15 -19.
- 22-Sarhan T. Z., Mohammad G. H., and Teli J. A. 2011. Effects of humic acid and bread yeast on growth and yield of eggplant (*Solanum melongena* L.). *Journal of Agricultural Science and Technology*, B. 1: PP. 1091-1096.

- 23-Shirzad S., Arooie H., Sharifzade K., and Dalirimoghadam R. 2012. Responses of Productivity and Quality of Cucumber to Application of the Two Bio -Fertilizers (Humic Acid and Nitroxin) in Fall Planting. *Agricultural Journal*, 7 (6): PP. 401 -404.
- 24-SubhiRostami F., and Golchin A. 2011. Effect of different amounts of nitrogen, manganese and zinc on yield and fruit quality of pomegranate fruit in Mazandaran. *Journal of Science Horticulture (Agricultural Sciences and Technology)*, 25(2): PP. 234 -242. (In Persian).
- 25-Tai-bo C., Zhen-lin W., Lan-ian L., Ru-Juan W., Xiao-guang C., and Xiao-dong Z. 2007. Effects of humic acid urea on yield and nitrogen absorption, assimilation and quality of ginger. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizer*, 13 (5): PP. 903.
- 26-Varanini Z., and Pinton R. 1995. Humic substances and plant nutrition. *Progress in Botany*. 56: PP. 97-117
- 27-Yildirim E. 2007. Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 57: PP. 182-186.
- 28-Zeinali A., and 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 Sciences*, 4(12S): P. 205-211.



Evaluation of Humic Acid Application Methods and Ratios of Nitrogen on Characteristics of Morphological and Yield of Strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) cv. Paros

M. Rostami¹- A.A. Shokouhian^{2*}

Received: 01-01-2017

Accepted: 06-05-2018

Introduction: Strawberry fruit is soft and has a variety of vitamins, especially vitamin C and minerals. Parus is one of the most important short-day cultivars and suitable for the fresh produce market. Nitrogen is involved in vegetative and reproductive growth of most horticultural crops and excessive use of it decrease yield and quality of products and increasing pollution of the environment. Humic substances are contained nutrients that improve the soil nutrients and increases the availability of food and therefore plant growth and yield. Studies have shown that to adding a certain amount of humic acid fertilizer with nitrogen can improve the growth of roots, stems and leaves and enhances the yield and quality of products and increases the efficiency of nitrogen fertilizer consumption. On this basis, this research was performed aimed at achieving the best combination of treatments of humic acid and its application method and nitrogen in improving strawberry vegetative and reproductive growth cv. Paros.

Materials and Methods: This study was conducted in the campus of Agriculture and Natural Resources University of Mohaghegh Ardabili at during 2015-2016. In early september, land preparation was carried out, and then were calculated base fertilizers 150 and 50 kg.ha⁻¹ of potassium and phosphorus, respectively plus forty tons per hectare of manure. Stacks was prepared to dimensions of 1.5 × 1 m and the distance of rows was 40 cm. Strawberry seedlings were planted with distance of 25 cm on the row (10 plants m⁻²) in late November.

The experiment was carried out as a split split plot based on complete randomized block design with the application of foliar and soil treatments of Humic acid levels (control, 2, 4 and 6 kg.ha⁻¹) and nitrogen fertilizer (50, 100 and 150 kg.ha⁻¹) with three replications. Nitrogen levels were placed in the main plots and the type of humic acid application in sub plots and humic acid concentrations in the sub- sub plots. Half of N (urea fertilizer) was used at the time of planting and 25 % on the early may and 25 % on the early June. To apply foliar and soil treatments, humic acid was used (Humaster tob with 85% of humic and fulvic acid, Yazd Golsangkavir Company) with the start of the growing season at the intervals of every 10 days once (four times total). In the soil method, humic acid is measured based on the desired treatments and then dissolved with deionized water and added to irrigation water. In the foliar method, after irrigation the humic acid powder was solutioned with a certain amount of deionized water and it was sprayed on the plants in equal measure. In addition, only irrigation water and deodorizing water were applied to the control of soil and foliar treatments, respectively. Traits were as: leaf number and area, number of runners, fresh and dry weight of shoot and root, root volume, number of flowers and fruits, fruit weight average and yield per plant. Data analysis were performed by using SAS 9.1 and comparison of data by the LSD test at the 5% probability level.

Results and Discussion: All results due to different concentrations of nitrogen, humic acid and methods of its application and their interaction on most traits were significant at 5% probability level. The highest values in the leaf number (17.91) and area (1304.34 cm²) obtained in 6 kg.ha⁻¹ drench application of humic acid. Also, the most number of flowers (13.27) was observed in 100 kgN.ha⁻¹ combined with foliar application of humic acid and the highest number of runners (22.34) was obtained in 150 kgN.ha⁻¹ with drench application of humic acid. The most flowers (17.55), fruits (14.5) number and yield (104.43 g.plant⁻¹) observed in 100 kgN.ha⁻¹ with 4 kg.ha⁻¹ humic acid. The results trilateral interactions of nitrogen, humic acid and application methods showed that the highest values of fresh weight (48.32 g.plant⁻¹) and volume (44.13 cm³.plant⁻¹) of root, dry weight of shoot (21.08 g.plant⁻¹) and root (16.28 g.plant⁻¹) obtained in foliar application of 4 kg.ha⁻¹ humic acid. The most of shoot fresh weight (77.7 g.plant⁻¹) also observed in drench application of 4 kg.ha⁻¹ humic acid and highest fruit weight average (11.68 g) obtained in foliar application of 2 kg.ha⁻¹ humic acid with 100 kgN.ha⁻¹.

1 and 2- Graduated M.Sc. Student and Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili

(* - Corresponding Author Email: shokouhiana@yahoo.com)

Conclusion: Results showed that the majority of evaluated traits, the highest values have been achieved of 100 kgN.ha^{-1} with foliar application of 4 kg.ha^{-1} humic acid. On this basis, combined application of chemical and biological fertilizers can be the best strategy to achieve sustainable agriculture and reducing the pollution of soil and water resources along with increasing the product.

Keywords: Foliar and drench application, Moisture and dry weight, Root volume, Yield

