تأثیر کاربرد کودهای کُندرها و اسید هیومیک بر کیفیت تولید نشای توپی گل حنای گینه نو (*Impatiens hawkeri "Devine Scarlet Red"*)

لیلا محمدی[۱]، سعید ریزی[۱*]، عبدالرحمان محمدخانی[۱] و رحیم برزگر[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۰۱)

چکیده

تغذیه بهینه یکی از مؤثرترین راهکارها برای بهبود کیفیت نشا در صنعت گل‌کاری است. در این راستا، پژوهشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار روی گل حنای گینه نو در محیط گلخانه انجام گرفت. تیمارها شامل کود کُندرهای یارامیلا کمپلکس با فرمول کودی ۸S-۲/۷MgO-۱۸-۱۱-۱۲ در پنج سطح (صفر، ۱/۵، ۳، ۴/۵ و ۶ کیلوگرم بر متر مکعب) و اسید هیومیک در سه سطح (صفر، ۲ و ۴ کیلوگرم بر متر مکعب) در ترکیب با بستر کاشت بودند. بذرهای نسل اول گل حنای گینه نو در سینی‌های نشا و در بستری شامل ۵۰٪ پیت‌ماس، ۴۰٪ پرلیت و ۱۰٪ پوسته برنج (به صورت حجمی) کشت شدند. هفتاد روز پس از کاشت بذرها، صفات ارتفاع نشا، تعداد برگ، قطر ساقه، وزن تر و خشک کل اندام هوایی و ریشه، میزان کلروفیل و غلظت عناصر برگ ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که بیشترین ارتفاع نشا (۴/۳۸ سانتی‌متر) در کاربرد ۳ کیلوگرم بر متر مکعب کود کُندرها، به همراه ۴ کیلوگرم بر متر مکعب اسید هیومیک، بیشترین قطر ساقه (۳ میلی‌متر) با کاربرد ۴/۵ کیلوگرم بر متر مکعب کود کندرها و بیشترین تعداد برگ (۱۸/۹) در تیمار ۳ کیلوگرم بر متر مکعب کود کندرها مشاهده شد. به نظر می‌رسد که کود کندرها سبب افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی و کاهش آب‌شویی آنها شده و همچنین اسید هیومیک سبب افزایش جذب عناصر در مرحله تولید نشای توپی شده است. با توجه به نتایج، سطوح کودی ۳ تا ۴/۵ کیلوگرم بر متر مکعب کود کندرها و ۲ تا ۴ کیلوگرم بر متر مکعب اسید هیومیک برای پرورش نشای گل حنای گینه نو توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: صفات رویشی نشا، تغذیه بهینه، کارایی مصرف عناصر غذایی

مقدمه

تولید نشای گل‌ها برای پارک‌ها و فضای سبز شهری صنعت گسترده‌ای را در بر می‌گیرد که نقش مهمی در علم باغبانی دارد (۹). بیش از ۹۰٪ نشای گیاهان (گل‌های) فصلی در آمریکا و کانادا از نشاهای توپی هستند (۵). از جمله مزایای استفاده از نشای توپی، زمان و کارگر کمتر برای انتقال نشا، رشد سریعتر و یکنواخت‌تر نشاها پس از انتقال، کاهش پوسیدگی ریشه و تلفات نشاها پس از انتقال، گل‌دهی و محصول‌دهی زودتر و

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: sreezi57@yahoo.com

شکل ۱. به‌ترتیب از راست، رشد در توپی کاشت، نشای آماده انتقال و گیاه در مرحله بلوغ و گل‌دهی

یکنواخت‌تر، افزایش میزان تولید در واحد سطح، کاهش زمان مورد نیاز برای تولید محصول، استفاده بهتر از بذر و فضای گلخانه، کاهش نیروی کارگری به دلیل سهولت در جابجایی نشاها، امکان به تعویق انداختن انتقال نشاها برای مدتی کوتاه و کاهش احتمال شیوع بیماری‌ها می‌باشد (۵).

کودهای کُندرها عناصر غذایی را در دراز مدت در اختیار گیاه قرار می‌دهند (۵). بنابراین، سبب افزایش شوری محیط کشت نخواهند شد (۱). کودهای کندرها به‌دلیل تلفات بسیار کمی که دارند از راندمان زیادی برخوردار بوده و اغلب برای تأمین نیتروژن و فسفر مورد استفاده قرار می‌گیرند (زیرا نیتروژن به سرعت آبشویی و فسفر به سرعت تثبیت می‌شود (۱). در پژوهشی، کاربرد کود کندرها در تولید نشای فیلودندرون یا برگ انجیری سبب تسریع رشد نشا، افزایش صفات ارتفاع، رشد ریشه، بازارپسندی، وزن تر و خشک گیاه شد (۴۱). کاربرد کود کندرها در تولید نشای توپی گل کوکب، افزایش جوانه‌زنی بذر، سطح برگ و محتوای کلروفیل را به همراه داشت (۵۴). در تولید نشای گل حنا، بیشترین مقدار بخش هوایی، تعداد انشعاب، تعداد جوانه و گل با کاربرد کود کندرهای ازموکوت MgO-Me–۹–۹–۱۵ به مقدار ۴ گرم در لیتر حاصل شد (۵۳). کاربرد کود کندرهای ازموکوت ۱۲/۲–۱۰–۱۵ (۶–۵ ماهه) باعث افزایش قطر و وزن گیاه در سیکلامن شد (۲۲). استفاده از کود کندرهای ازموکوت MgO-Me-۹–۹–۱۵ بر نشاهای جعفری آفریقایی و مریم گلی سبب افزایش ارتفاع گیاه، تعداد انشعاب و وزن گیاهچه در هر دو گیاه شد. اما در مریم گلی سبب افزایش تعداد و طول گلچه‌ها و در جعفری سبب کاهش تعداد گل شد (۵۲).

اسید هیومیک یکی از بهترین کودهای بیولوژیک است که از تجزیه میکروبی، بیولوژیک و شیمیایی مواد آلی به‌دست می‌آید (۳۹). مکانیسم اثر اسید هیومیک عمدتاً تشکیل کمپلکس بین اسید هیومیک و یون‌های معدنی، اثر بر تنفس و فتوسنتز، تحریک متابولیسم اسید نوکلئیک و فعالیت شبه‌هورمونی آن می‌باشد (۵۵). محلول‌پاشی اسید هیومیک دو در هزار و مصرف کود NPK (۱۷–۱۷–۱۷) روی گلایول، سبب افزایش ارتفاع ساقه، قطر خوشه‌های گل، سطح برگ، کلروفیل برگ، تعداد گلچه‌ها، کیفیت گل‌ها و تسریع زمان گل‌دهی شد (۱۳). طی تحقیقی، تأثیر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر گل ژربرا بررسی و افزایش در وزن تر ریشه و تعداد گل مشاهده شد (۴). محققان تأثیر اسید هیومیک (با غلظت‌های صفر، ۰/۵، ۱، ۲ و ۴ گرم بر لیتر) را به‌صورت محلول‌پاشی بر گل همیشه بهار بررسی کردند. تیمار ۲ گرم بر لیتر سبب بروز بیشترین وزن تر، تعداد گل، تعداد شاخه و تعداد گره در گیاهان شد (۴۲). هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر مصرف مقادیر مختلف کودهای کندرها و اسید هیومیک در بستر کشت بر ویژگی‌های کیفی و کمی نشای توپی گل حنای گینه نو بود. گل حنای گینه نو (شکل ۱) با نام علمی *Impatiens hawkeri* از خانواده Balsaminaceae می‌باشد (۲۶).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۳ در مجموعه گلخانه‌های تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی، با ۱۵ تیمار و سه تکرار انجام

شد. فاکتور اول کود کندرها تولید شرکت Yaramila (کشور هلند) با فرمول کودی ۸S–۲/۷MgO–۱۸–۱۱–۱۲ در پنج سطح (صفر، ۱/۵، ۳، ۴/۵ و ۶ کیلوگرم بر متر مکعب و فاکتور دوم اسید هیومیک (کشور آمریکا) به‌صورت پودری Humax 95- WSG (اسید هیومیک ۸۰٪، فولیک اسید ۱۵٪ و پتاسیم ۱۲٪) در سه سطح (صفر، ۲ و ۴ کیلوگرم بر متر مکعب) بود. بذرهای گل حنای گینه نو (F1) رقم دیواین اسکارلت قرمز (Divine Scarlet Red) در سینی‌های کشت توپی که شامل ۴۵ توپی به شکل گرد و با قطر دهانه ۵ سانتی‌متر و حجم ۱۱۷ سانتی‌متر مکعب بود در بستری شامل ۵۰٪ پیت‌ماس، ۴۰٪ پرلیت و ۱۰٪ پوسته برنج (به‌صورت حجمی) کشت شدند. مقادیر کود و اسید هیومیک ذکر شده، به‌صورت ترکیب با بستر به‌کار برده شدند. آبیاری به‌صورت روزانه و مساوی برای هر نشا انجام شد. دمای محیط گلخانه بین ۲۵ تا ۲۸ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی بین ۷۰ تا ۷۵ درصد متغیر بود. هفتاد روز پس از کاشت بذرها، صفات ارتفاع نشا، تعداد برگ، قطر ساقه، وزن تر و خشک کل اندام هوایی و ریشه، میزان کلروفیل و غلظت عناصر برگ ارزیابی شدند.

ارتفاع گیاه با استفاده از خط‌کش فلزی برحسب سانتی‌متر و قطر ساقه با استفاده از کولیس دیجیتال برحسب میلی‌متر اندازه‌گیری و تعداد برگ شمارش شد. در پایان دوره رشد، اندام‌های هوایی گیاه از محل طوقه جدا شدند. ریشه‌ها نیز همراه با محیط کشت از گلدان خارج شده و پس از شستشو به آزمایشگاه انتقال داده شدند و وزن تر اندام هوایی و ریشه به‌طور جداگانه با استفاده از ترازوی دیجیتال تعیین گردید. برای تعیین وزن خشک اندام هوایی و ریشه، اندام مورد نظر در آون با دمای ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. پس از آن وزن خشک آنها با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد.

میزان کلروفیل با دستگاه اسپکتروفتومتر Varian (مدل CARY-100) به روش آرنون (۱۷) اندازه‌گیری شد. غلظت نیتروژن برگ به روش کجلدال (دستگاه Gerhardt ساخت کشور آلمان)، فسفر به روش اسپکتروفتومتری با طول موج ۴۲۰ نانومتر (دستگاه Pharmacia LKB ساخت کشور انگلستان) و پتاسیم به روش فلیم فتومتر (دستگاه Jenway PFP7 ساخت کشور انگلستان) اندازه‌گیری شد (۳). در پایان آزمایش، داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS و MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها نیز از طریق آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

براساس جدول نتایج تجزیه واریانس، اثر مقادیر کود کندرها و اسید هیومیک بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال ۱٪ و اثر برهم‌کنش کود کندرها و اسید هیومیک در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین ارتفاع نشا (۴/۳۸ سانتی‌متر) مربوط به تیمار کود کندرهای ۳ کیلوگرم بر متر مکعب به همراه ۴ کیلوگرم بر متر مکعب اسید هیومیک مشاهده شد (جدول ۲). افزایش ارتفاع نشا در این پژوهش با نتایج دیگر محققان روی برخی از گیاهان زینتی با کاربرد کود کندرها و اسید هیومیک مطابقت داشت (۱۳، ۱۴، ۲۴ ، ۲۷، ۴۱ و ۴۶). کودهای کندرها موجب استفاده بهتر عناصر غذایی شده که این ویژگی ارتباط نزدیکی با همزمانی رهاسازی عناصر و مقدار نیاز گیاه داشته و به افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی می‌انجامد (۴۴). به علاوه، مقدار کود مصرفی گیاه را کاهش داده که این روند میزان صدمه دیدن گیاه را از طریق به حداقل رساندن اثرات منفی سطوح زیاد نمک‌های محلول، کاهش می‌دهد (۲۸). مواد هیومیک با مکانیسم‌های مختلف سبب تسریع رشد در گیاهان می‌شوند. یکی از این مکانیسم‌ها، به اثر مستقیم این ترکیبات و وجود ترکیبات شبه‌هورمونی، از جمله ترکیبات اکسینی و شبه‌اکسینی، مربوط می‌باشد که می‌توانند رشد سلول‌ها را تحت تأثیر قرار دهند (۱۸). کاربرد NPK و اسید هیومیک به‌دلیل افزایش سنتز کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها باعث افزایش رشد رویشی در گیاهان می‌شود (۴۹).

در صفت تعداد برگ، کود کندرها در سطح احتمال ۱٪ و اثر برهم‌کنش اسید هیومیک و کود کندرها در سطح احتمال ۵٪

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی گل حنای گینه نو با کاربرد کود کندرها و اسید هیومیک

	میانگین مربعات								
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع نشا	تعداد برگ	قطر ساقه	کلروفیل کل	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه
کود کندرها	۴	۱/۱۵**	۷۰/۳۹**	۱/۹۵**	۷۵/۹۲**	۴/۶۵**	۰/۰۲۷**	۲/۴۲**	۰/۰۰۲**
اسید هیومیک	۲	۰/۸۲**	۷/۳۷^{ns}	۰/۶*	۲/۳^{ns}	۰/۳۲**	۰/۰۰۲ ^{ns}	۱/۳۴**	۰/۰۰۱^{ns}
کود × اسید هیومیک	۸	۰/۳۷*	۲۲/۰۸*	۰/۴۱*	۹/۴۷*	۰/۷۱**	۰/۰۰۴۵*	۰/۷۲**	۰/۰۰۱*
خطا	۳۰	۰/۱۳	۸/۶۴	۰/۱۷	۳/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۲۱	۰/۰۰۰۴
ضریب تغییرات (٪)		۱۰/۰۴	۲۲/۲۱	۱۷/۵۱	۱۳/۲۸	۸/۸	۲۴/۳۷	۲۰/۶۹	۲۸/۶

**، * و ^{ns} به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

جدول ۲. مقایسه میانگین برهمکنش صفات مورد ارزیابی گل حنای گینه نو با کاربرد کود کندرها و اسید هیومیک

کود کندرها (kg/m^3)	اسید هیومیک (kg/m^3)	ارتفاع نشا (cm)	تعداد برگ	قطر ساقه (mm)	کلروفیل کل (mg/g)	وزن تر ساقه (g)	وزن خشک ساقه (g)	وزن خشک ریشه (g)	وزن تر ریشه (g)
	صفر	۲/۵۵ e	۷/۲۱f	۱/۴۷ef	۱۱/۵ d	۰/۴۶۰ g	۰/۰۴۳ e	۰/۰۳۳ e	۰/۸۸۰ c
صفر	۲	۳/۴۹cd	۱۱/۴c-f	۱/۷۷def	۵/۹۵ e	۱/۰۳ f	۰/۱۱۶ d	۰/۰۶۶ b-e	۲/۰۵ b
	۴	۳/۴۴cd	۱۱/۴c-f	۱/۹۹cde	۷/۵۱ e	۱/۱۴f	۰/۱۱۶ d	۰/۰۵۶ cde	۱/۹۹ b
	صفر	۳/۵۵bcd	۱۵/۸abc	۲/۴۴a-d	۱۳/۱ bcd	۲/۳۰cde	۰/۲۲۰ abc	۰/۰۷۰ bcd	۲/۶۰ ab
۱/۵	۲	۳/۸۸abc	۱۶/۴ab	۲/۸۱ab	۱۳/۹ bcd	۲/۸۵a	۰/۲۲۰ abc	۰/۰۷۶ bc	۲/۶۱ ab
	۴	۳/۹۴abc	۱۶/۴ab	۲/۹۹a	۱۴/۰ a-d	۲/۴۱cde	۰/۲۲۳ abc	۰/۰۹۰ abc	۲/۶۶ ab
	صفر	۴/۰۵abc	۱۸/۹a	۲/۷۵ab	۱۳/۸ bcd	۲/۴۱ab	۰/۲۳۳ ab	۰/۰۸۶ abc	۲/۴۱ ab
۳	۲	۳/۵۵bcd	۱۳/۹bdc	۲/۵abc	۱۴/۵ abc	۲/۱۱e	۰/۱۷۳ bcd	۰/۰۷۰ bcd	۲/۸۵ a
	۴	۴/۳۸a	۱۴/۷a-d	۲/۷۴ab	۱۲/۷ cd	۳/۰۳a	۰/۲۳۶ ab	۰/۰۹۶ ab	۲/۹۱ a
	صفر	۴/۱۶ab	۱۴/۸a-d	۳/۰۰a	۱۴/۵ abc	۲/۹۲a	۰/۲۶۳ a	۰/۱۱۳ a	۲/۸۹ a
۴/۵	۲	۳/۸۳abc	۱۱/۳c-f	۲/۵۹abc	۱۶/۹ a	۲/۳۱cde	۰/۱۷۶ bcd	۰/۰۶۶ b-e	۲/۲۳ ab
	۴	۴/۱۶ab	۱۲/۳b-e	۲/۵۲abc	۱۶/۸ a	۲/۱۲ de	۰/۱۹۳ abc	۰/۰۷۶ bc	۲/۳۴ ab
	صفر	۳/۰۵de	۷/۴۴ef	۱/۲۳f	۱۴/۳ a-d	۱/۳۲f	۰/۱۱۰ de	۰/۰۳۳ e	۰/۷۳۳ c
۶	۲	۳/۹۹abc	۱۰/۶def	۲/۱۳b-e	۱۵/۶ ab	۲/۵۱bc	۰/۱۵۳ dc	۰/۰۴۰ ed	۲/۰۱ b
	۴	۳/۷۷abc	۱۵/۲a-d	۲/۶۶abc	۱۲/۶ cd	۲/۴۲cd	۰/۱۹۳ abc	۰/۰۸۶ abc	۲/۴۳ ab

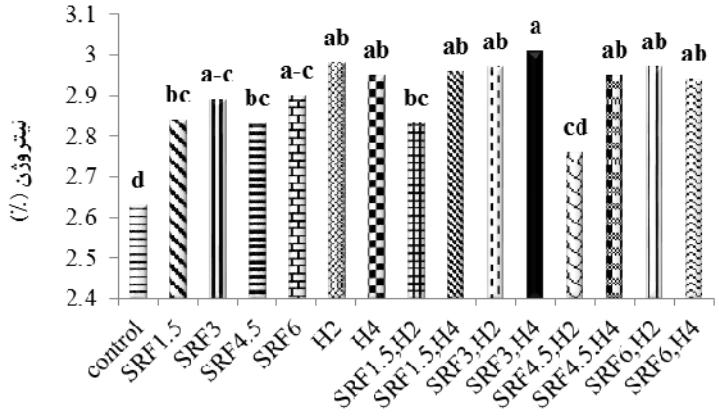
میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون LSD می‌باشند

معنی‌دار بود (جدول ۱). اسید هیومیک و اثر برهم‌کنش آن در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج این پژوهش با نتایج محققان روی گل داوودی (۱۲ و ۳۶)، با کاربرد کود کندرها، و روی گل شب‌بو (۸) با کاربرد اسید هیومیک، مطابقت داشت. با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲)، بیشترین قطر ساقه (۳ میلی‌متر) با کاربرد ۴/۵ کیلوگرم بر متر

مکعب کود کندرها و کمترین قطر ساقه (۱/۲۳ میلی‌متر) در تیمار ۶ کیلوگرم بر متر مکعب کود حاصل شد. بررسی نتایج محققان بیانگر افزایش قطر ساقه گل‌های سیکلامن و رز گلدانی با کاربرد کود کندرها بود (۲۲ و ۵۰). نتایج تحقیقات بیانگر افزایش قطر ساقه، تعداد برگ، وزن تر و خشک ساقه و ریشه در اثر محلول‌پاشی اسید هیومیک روی گیاهچه‌های بادمجان و فلفل بود (۴۷). اسید هیومیک با تحت تأثیر قرار دادن فعالیت آنزیم ATP آز در ریشه، توزیع تنظیم کننده‌های رشد (سیتوکینین، پلی‌آمین‌ها و اسید آبسیزیک) باعث رشد شاخه می‌شود (۴۳). بررسی نتایج نشان داد که اسید هیومیک نقش مهمی در جذب عناصر غذایی دارد. این ترکیب با افزایش جذب عناصر غذایی پُرمصرف و کم‌مصرف در گیاهان سبب افزایش رشد و عملکرد آنها می‌شود (۳۸).

نتایج تجزیه واریانس بیانگر اثر برهم کنش کود کندرها و اسید هیومیک به ترتیب در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد بر میزان کلروفیل کل بود (جدول ۱). بیشترین میزان کلروفیل کل (با میانگین ۱۶/۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در تیمار ۴/۵ کیلوگرم بر متر مکعب کود کندرها به همراه ۲ کیلوگرم بر متر مکعب اسید هیومیک و کمترین میزان (با میانگین ۵/۹۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در تیمار ۲ کیلوگرم بر متر مکعب اسید هیومیک حاصل شد (جدول ۲). نتایج این پژوهش با نتایج دیگر محققان روی برخی از گیاهان زینتی با کاربرد کود کندرها و اسید هیومیک (۲، ۱۱، ۱۴، ۴۶، ۵۰ و ۵۴) مطابقت داشت. کودهای کندرها معمولاً حاوی مقادیری نیتروژن، فسفر، پتاسیم و مقادیر متفاوتی از عناصر کم مصرف هستند (۵). مصرف کافی کودهای نیتروژنه در فصل رشد سبب گسترش سطح برگ، افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و تولید مواد پرورده می‌گردد (۳۳). همچنین، با افزایش میزان مصرف فسفر، رشد گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد، شاخص سطح برگ افزایش یافته، کلروفیل و فتوسنتز بیشتر شده و در نهایت موجب افزایش رشد رویشی در گیاه می‌شود (۲۳). پتاسیم، آنزیم‌هایی را که در فتوسنتز نقش دارند فعال می‌کند و همچنین برای تثبیت دی‌اکسید کربن ضروری است (۱۹). هیومیک‌ها نفوذپذیری غشاء سلولی را افزایش داده و ورود پتاسیم را بسیار تسهیل می‌کنند، که نتیجه آن افزایش فشار داخل سلولی و تقسیم سلول است. از طرف دیگر، افزایش انرژی در داخل سلول منجر به افزایش تولید کلروفیل و میزان فتوسنتز خواهد شد (۳۲). مواد هیومیک در فرایندهای بیولوژیک مانند فتوسنتز و کلروفیل کل مؤثرند (۴۸). این مواد با افزایش جذب عناصر غذایی، از جمله نیتروژن، منجر به افزایش کلروفیل و فتوسنتز گیاه شده و از این طریق رشد را افزایش می‌دهند (۴۰).

وزن تر ساقه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر برهم‌کنش کود کندرها و اسید هیومیک در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین وزن تر ساقه (۳/۰۳ گرم) در تیمار ۳ کیلوگرم بر متر مکعب کود کندرها به همراه ۴ کیلوگرم بر متر مکعب اسید هیومیک و کمترین وزن تر ساقه (۰/۴۶ گرم) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۲). افزایش وزن تر ساقه با نتایج محققان روی برخی از گیاهان زینتی با کاربرد کود کندرها و اسید هیومیک مطابقت داشت (۱۴، ۲۱، ۲۹، ۳۰، ۴۱، ۴۲ و ۵۰). کود آلی اسید هیومیک به‌دلیل داشتن خاصیت شبه هورمونی باعث افزایش رشد و گسترش اندام‌های هوایی می‌شود (۴۵). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر مقادیر کود کندرها در سطح احتمال ۱٪ و اثر برهم‌کنش اسید هیومیک و کود کندرها در سطح احتمال ۵٪ بر وزن خشک ساقه معنی‌دار است. (جدول ۱). نتایج تجزیه واریانس بیانگر تأثیر کود کندرها، اسید هیومیک و اثر برهم کنش کود کندرها و اسید هیومیک در سطح احتمال ۱٪ بر وزن تر ریشه می‌باشد (جدول ۱). افزایش وزن خشک ساقه نیز با نتایج دیگر پژوهشگران روی برخی از گیاهان زینتی (۱۱، ۱۲، ۱۵ و ۴۱) با کاربرد کود کندرها و روی گل‌های لاله و شمعدانی (۱۴ و ۲۹) با کاربرد اسید هیومیک مطابقت داشت. بیشترین وزن تازه ریشه طبق جدول (۲) (با میانگین ۲/۹۱ گرم) در تیمار ۳ کیلوگرم بر متر مکعب کود کندرها به همراه ۴ کیلوگرم بر متر مکعب اسید هیومیک و کمترین وزن تر ریشه (با میانگین ۰/۷۳ گرم) در

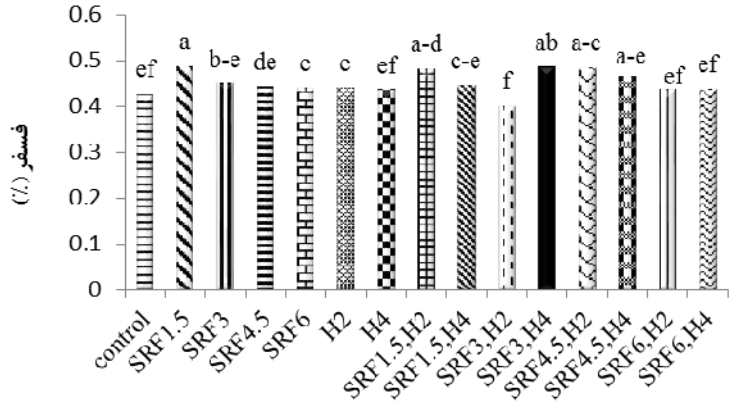


اسید هیومیک : H کود کندرها : SRF شاهد : Control

شکل ۲. اثر کود کندرها و اسید هیومیک بر میزان نیتروژن برگ در گل حنای گینه نو

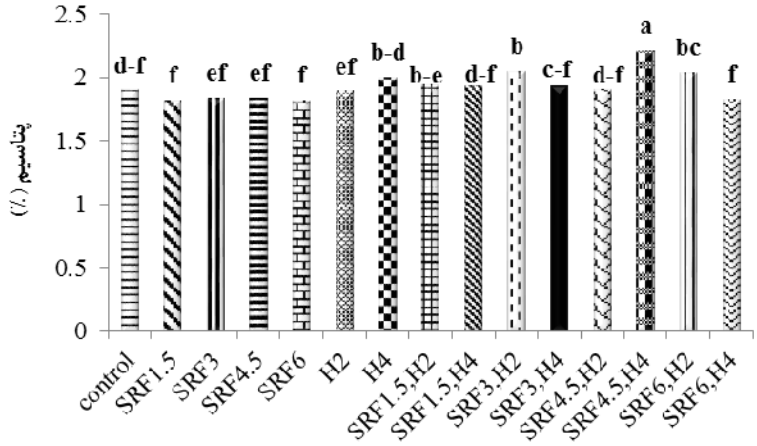
تیمار ۶ کیلوگرم بر متر مکعب کود کندرها مشاهده شد. افزایش وزن تر ریشه در این تحقیق با نتایج محققان روی برخی از گیاهان زینتی با کاربرد اسید هیومیک مطابقت داشت (۴، ۲۹ و ۳۵). اثر برهم‌کنش کود کندرها و اسید هیومیک بر وزن خشک ریشه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). افزایش وزن خشک ریشه در این پژوهش با نتایج محققان روی گل حنا با کاربرد کود کندرها (۱۵) و همچنین بر گیاهان فصلی یک‌ساله (گل حنا، پریوش، شمعدانی، جعفری، بنفشه) با کاربرد اسید هیومیک مطابقت دارد (۲۹). بسیاری از پژوهشگران، افزایش وزن تر و خشک گیاهان تیمار شده با اسید هیومیک و کود NPK را گزارش کرده‌اند. این ویژگی را به دلیل افزایش سنتز پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها و در مقابل افزایش مقدار فتوسنتز می‌دانند که در نتیجه قابلیت دسترسی بیشتر گیاهان به عناصر نیتروژن و فسفر می‌باشد (۱۶). افزایش وزن خشک ریشه در کاربرد اسید هیومیک به دلیل اثر شبه‌هورمونی آن است که موجب افزایش رشد ریشه و در مقابل افزایش وزن خشک ریشه می‌شود. اسید هیومیک در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای باعث بهبود رشد گیاه از طریق افزایش طول ریشه و یا افزایش وزن تر و خشک ساقه و ریشه می‌شود (۴۵). استفاده از اسید هیومیک باعث رشد اندام هوایی می‌شود که دلیل آن افزایش جذب عناصری مانند نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس است (۳۴).

اثر برهم‌کنش کود کندرها و اسید هیومیک در سطح احتمال ۵٪ بر میزان نیتروژن بافت برگ معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین میزان نیتروژن (۳/۰۱ درصد) در تیمار ۳ کیلوگرم بر متر مکعب کود کندرها به همراه ۴ کیلوگرم بر متر مکعب اسید هیومیک و کمترین میزان (۲/۶۳ درصد) در تیمار شاهد حاصل شد (شکل ۲). فسفر بافت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کود کندرها و اثر برهم‌کنش کود کندرها و اسید هیومیک در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین و کمترین میزان فسفر (۰/۴۸۷ و ۰/۳۹۹ درصد) به ترتیب مربوط به تیمارهای ۱/۵ و ۳ کیلوگرم بر متر مکعب کود کندرها به همراه ۲ کیلوگرم بر متر مکعب اسید هیومیک می‌باشد (شکل ۳). عدم تأثیر اسید هیومیک بر غلظت فسفر در این پژوهش با نتایج دیگر محققان همخوانی دارد (۷). نتایج حاصل از تحقیقات متعدد بیانگر نقش اسید هیومیک در افزایش جذب عناصر غذایی بسته به نوع گیاه، خاک و ماده هیومیک می‌باشد. مواد هیومیک منجر به افزایش سنتز حامل‌های پروتئینی یونی و در نتیجه افزایش جذب عناصر می‌شوند (۲۵). منبع اسید هیومیک و نوع محیط کشت در کارایی اسید هیومیک، بسته به نوع گیاه، متفاوت خواهد بود (۱۸).



اسید هیومیک :H کود کندرها :SRF شاهد Control :

شکل ۳. اثر کود کندرها و اسید هیومیک بر میزان فسفر برگ در گل حنای گینه نو



اسید هیومیک : H کود کندرها: SRF شاهد: Control

شکل ۴. اثر کود کندرها و اسید هیومیک بر میزان پتاسیم برگ در گل حنای گینه نو

اسید هیومیک و اثر برهم‌کنش آنها در سطح احتمال ۱٪ اثر معنی‌داری بر غلظت پتاسیم داشتند (جدول ۱). با کاربرد ۴/۵ کیلوگرم بر متر مکعب کود کندرها به همراه ۴ کیلوگرم بر متر مکعب اسید هیومیک، بیشترین میزان پتاسیم (۲/۲۱ درصد) حاصل شد (شکل ۴). استفاده از کودهایی با آزادسازی تدریجی، انتقال کاتیونی، به‌ویژه کاتیون‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در خاک، و جذب آنها توسط گیاه را تسهیل کرده و باعث بهبود کارایی استفاده از این منابع در خاک می‌شود (۳۱). به نظر می‌رسد که اسید هیومیک بر واکنش‌های بیوشیمیایی دیواره سلولی، غشای سلول و حتی سیتوپلاسم اثر می‌گذارد (۲۰). این ترکیب، با افزایش جذب عناصر غذایی پُرمصرف و کم‌مصرف در گیاهان سبب افزایش رشد و عملکرد آنها می‌شود (۱۰). افزایش غلظت عناصر برگ در این پژوهش با نتایج محققان با کاربرد کود کندرها و اسید هیومیک بر برخی گیاهان زینتی همخوانی دارد (۲، ۳۷ و ۴۶).

در تولید دانهال‌های توپی گیاهان فصلی جهت کاهش

سمیت و کمبود عناصر غذایی، مدیریت کوددهی مهم است. کوددهی زیاد می‌تواند باعث اندازه بیش از حد دانهال، سمیت عناصر غذایی، شوری بیش از حد، هدررفت کود و آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی شود (۵۱). تأثیر مثبت کود کندرها را می‌توان به‌دلیل افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی و کاهش آب‌شویی عناصر غذایی دانست که باعث تسریع رشد، افزایش فتوسنتز و محتوای کلروفیل، تشکیل کربوهیدرات‌ها و انتقال آنها، تحریک رشد ریشه و جذب عناصر پرمصرف و کم مصرف که برای رشد و نمو لازم است می‌شود (۱۲). محققان گزارش کرده‌اند که تأثیر اسید هیومیک بر رشد و نمو به دلیل اثر بر تنظیم کننده‌هایی از قبیل ایندول استیک اسید، جیبرلین و سیتوکینین (۱۸) و افزایش جذب عناصری مانند نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس می‌باشد (۳۴).

نتیجه‌گیری

امروزه، در صنعت گلکاری تولید نشا نقش بسیار مهمی ایفا می‌کند. تولید نشای با کیفیت مستلزم تغذیه مناسب است. نتایج این پژوهش بیانگر تأثیر مثبت و معنی‌دار کودهای کندرها و اسید هیومیک است. در این پژوهش، بیشترین ارتفاع نشا (۴/۳۸ سانتی‌متر) مربوط به تیمار ۳ کیلوگرم بر متر مکعب کود کندرها به همراه ۴ کیلوگرم بر متر مکعب اسید هیومیک و بیشترین میزان کلروفیل کل با کاربرد ۴/۵ کیلوگرم بر متر مکعب کود کندرها به همراه ۲ کیلوگرم بر متر مکعب اسید هیومیک مشاهده شد. با توجه به حساس بودن گل حنای گینه نو به EC، سطوح کودی ۳ تا ۴/۵ کیلوگرم بر متر مکعب کود کندرها و ۲ تا ۴ کیلوگرم بر متر مکعب اسید هیومیک توصیه می‌شود. کودهای کندرها به دلایل مختلفی از قبیل افزایش کارایی و کاهش آب‌شویی عناصر غذایی، کاهش آلودگی‌های زیست محیطی، کاهش هزینه‌های تولید و کاهش صدمه به نشا و از طرفی، اسید هیومیک نیز به دلایل عمده‌ای از جمله سازگاری با محیط‌زیست، سهولت جذب عناصر پُرمصرف و کم‌مصرف و افزایش عملکرد محصولات توصیه می‌شوند.

منابع مورد استفاده

۱. اقتداری نایینی، ع. ۱۳۹۱. فنون پیشرفته در مدیریت گلخانه. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان. ۳۷۱ صفحه.

۲. الهویردی‌زاده، ن. و م. ج. نظری دلجو. ۱۳۹۳. تأثیر اسید هیومیک بر شاخص‌های مورفوفیزیولوژیک، جذب عناصر غذایی و دوام عمر پس از برداشت گل همیشه بهار (*Calendula officinalis* cv. Crysantha) در سیستم هیدروپونیک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۱۸: ۱۳۳-۱۴۲.

۳. امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره ۹۸۲، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۱۲۸ صفحه.

۴. امیری، م.، م. عرب، ب. آزادگان و ا. مطلبی. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر اسید هیومیک بر اجزای عملکرد و دوام عمر گل شاخه بریده ژربرا. فصلنامه نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی ۴۲: ۴۶-۴۹.

۵. جوانمردی، ج. ۱۳۸۹. راهنمای تولید نشا و نشای توپی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۳۷۶ صفحه.

۶. خوشخوی، م. ۱۳۷۸. گیاه‌افزایی (چاپ چهارم). جلد اول، انتشارات دانشگاه شیراز، ۳۷۳ صفحه.

۷. دانشور حکیمی میبدی، ن.، م. کافی، ع. نیکبخت و ف. رجالی. ۱۳۹۰. اثر هیومیک اسید بر برخی از خصوصیات کمی و کیفی چمن اسپیدی گرین. علوم باغبانی ایران ۴۲(۴): ۴۰۳-۴۱۲.

۸. شاهســون مارکــده، م. و ا. چمنــی. ۱۳۹۳. تأثیر غلظت و زمان‌های مختلف کاربرد اسید هیومیک بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل بریده شب بو رقم Hanza . علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۱۹: ۱۵۷-۱۷۰.

۹. میرزاخانی، ع. و م. عظیمی. ۱۳۸۹. پرورش گل و گیاهان زینتی در باغ و خانه. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، ۲۸۵ صفحه.

۱۰.ناسوتی میاندوآب، ر.، س. سماوات و م. م. تهرانی. ۱۳۹۰. خواص کود اسید هیومیک بر گیاه و خاک. کشاورزی و غذا ۱۰۱: ۵۳-۵۵.

11. Aaron Kale Ostrom, B.S. 2011. Comparing the effect of controlled-release, slow release and water soluble fertilizer on plant growth and nutrient leaching. PhD Thesis, Ohio State University, pp. 1-117.
12. Abdul-Wasea, A., K.H. Elhindi and E. Abdel-Salam. 2014. Growth and flowering response of chrysanthemum cultivars to Alar and slow release fertilizer in an outdoor environment. J. Food, Agric. Environ. 12(2): 963-971.
13. Ahamad, I., R. Usman Saquib, M. Qasim, M. Saleem, A. Sattar Khan and M. Yaseen. 2013. Humic acid and cultivar effects on growth, yield, vase life, and corm characteristics of gladiolus. Chilean J. Agric. Res. 73(4): 339-344.
14. Ali, A., S.U. Rehman, S. Raza and S.U. Allah. 2014. Combined effect of humic acid and NPK on growth and flower development of *Tulipa gesneriana* in Faisalabad, Pakistan. J. Ornam. Plants 4(4): 227-236.
15. Andiru, G.A., C.C. Pasian, J.M. Frantz and P. Jourdan. 2013. Longevity of controlled release fertilizer influences the growth of bedding Impatiens. HortTechnol. 23(2): 157-164.
16. Arancon, N.Q., S.C. Lee, A. Edwards and R. Atiyeh. 2003. Effect of humic acids derived from cattle, food and paper-waste vermicompost on growth of green house plants. Pedobiologia 47: 741-744.
17. Arnon, A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agron. J. 23: 112-121.
18. Atiyeh, R.M., S. Lee and C.A. Edwards. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm processed organic wastes on plant growth. Biol. Technol. 84(1): 7-14.
19. Borgatto, F., T.D. Carlos, S. Dias, A.F.C. Amaral and M. Melo. 2002. Calcium, potassium and magnesium treatment of *Chrysanthemum morifolium* cv. "Bi time" and callogenesis *in vitro*. Sci. Agricola 59(4): 689-693.
20. Chen, Y. and T. Aviad. 1990. Effects of humic substances on plant growth. PP. 161-186. *In:* MacCarthy, P., C.E. Clapp, R.L. Malcolm and P.R. Bloom (Eds.), Humic Substances in Soil and Crop Science: Selected Readings, SSSA and ASA, Madison, WI, USA.
21. Chiari, A., G.C. Elliott and M. Bridgen. 1999. Resin-coated fertilizers affect postproduction growth, but not flowering, of potted Alstroemeria. HortSci. 34(4): 657-659.
22. Cieciora, M., P. Czuchaj and S. Szczepaniak. 2006. The effect of fertilizer on growth and flowering of heterosis cultivars of *Cyclamen persicum* Mill. from halios group. Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus. 5(2): 3-10.
23. Colomb, B., J.R. Kinivy and P. Debaeke. 2000. Effect of soil phosphorus on leaf development and senescence dynamics of field grown maize. Agron. J. 92(3): 428-435.
24. Currey, C.J., R.G. Lopez, N.S. Mattson and B.A. Krug. 2012. Bedding plants and CRFs. Controlled Environment Agriculture (CEA) Lab, Purdue University, West Lafayette, Indiana.
25. Dell Agnola, G., G. Ferrari and S. Nardi. 1981. Antidote action of humic substances on atrazine inhibition of sulphate uptake in barley roots. Pestic. Biochem. Phys. 15: 101-104.
26. Dole, J.M. and H.F. Wilkins. 2005. Floriculture: Principles and Species. Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1020 p.
27. El-Nashar, Y.I. 2013. Influence of daminozide and osmocote on the vegetative growth and flowering quality of four greenhouse grown chrysanthemum cultivars. Alex. J. Agric. Res. 58(3): 317-329.
28. Engelsjord, M.E., O. Fostad and B.R. Singh. 1997. Effects of temperature on nutrient release from slow-release fertilizers. Nutr. Cycl. Agroecosys. 46: 179-187.
29. Evans, M.R. and G. Lili. 2003. Effect of humic acid on growth of annual ornamental seedling plug. HortTechnol. 13(4): 661-665.
30. Fu, R., L. Nie and W. Dong. 2011. Effects of slow release fertilizer and fast release fertilizer on *Celosia cristata* L.by pot experiment. North Hort. (Abst.).
31. Gabbris, L. and J. Nokovic. 1992. Migration of basic cations in soil profile by effect of fertilization with industial fertilizer. C. Sci. (1-2-3): 145-153.
32. Giasuddin, A.B.M., S. Kanel and H. Choi. 2007. Adsorption of humic acid onto nanoscale zerovalent iron and its effect on arsenic removal. Environ. Sci. Technol. 41(6): 2022-2027.
33. Haase, T., C. Schuler and J. Heb. 2007. The effects of different N and K sources on tuber nutrient uptake, total graded yield of potatoes *(Solanum tuberosum* L.) for processing. Eur. J. Agron. 26(3): 187-193.
34. Harper, S.M., G.L. Kerven, D.G. Edwards and Z. Ostatek-Boczynski. 2000. Characterisation of fulvic and humic acids from leaves of *Eucalyptus camaldulensis* and from decomposed hay. Soil Biochem. 32: 1331-1336.

35. Hartwigsen, J.A. and M.R. Evans. 2000. Humic acid seed and substrate treatments promote seedling root development. HortSci. 35(7): 1231-1233.
36. Huang, Z., C. Zheng, C. Zhang and L. Fan. 2009. Effects of controlled release fertilizer on available nutrient utilization rate and growth and ornamental quality of Chrysanthemum. Shandong Agric. Sci. (Abst.).
37. Kaplan, L., P. Tlustos, J. Szakova and J. Najmanova. 2013. The influence of slow release fertilizers on potted Chrysanthemum growth and nutrient consumption. Plant Soil Environ. 59(9): 385-391.
38. Kaya, C., D. Higgs and H. Kirnak. 2001. The effects of salinity and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. Bul. J. Plant Physiol. 27(3-4): 47-59.
39. Khan, A., A. Gurmani, M. Zameer Khan, M. Hussain, F. Ehsan, M. Akhtar and S. Khan. 2013. Effect of humic acid on the growth, yield, nutrient composition, photosynthetic pigment and total sugar contents of peas (*Pisum sativum* L). J. Chem. Soc. Pak. 35(1): 206-211.
40. Khayyat, M., E. Tafazoli, S. Eshghi and S. Rajaee. 2007. Effect of nitrogen, boron, potassium and zinc spray on yield and fruit quality of date palm. Amer-Eur. J. Agric. Environ. Sci. 2(3): 289-296.
41. Liu, S., L. Gao, Y. Li, X. Huang, J. Liang and S. He. 2009. Effects of a slow release fertilizer special for plants on the growth of philodendron. North Hortic. 239 (Abst.).
42. Mohammadipour, E., A. Golchin, J. Mohammadi, N. Negahdar and M. Zarchini. 2012. Improvement fresh weight and aerial part yield of Marigold (*Calendula officinalis*) by humic acid. Ann. Biol. Res. 3(11): 5178-5180.
43. Mora, V., E. Bacaicoa, A.M. Zamarreno, E. Aguirre, M. Garnica, M. Fuentes and J.M. Garcia-Mina. 2010. Action of humic acid on promotion of cucumber shoot growth involves nitrate related changes associated with the root to shoot distribution of cytokinins, polyamines and mineral nutrients. J. Plant Physiol. 167: 633-642.
44. Morgan, K.T., K.E. Cushman and S. Sato. 2009. Release mechanisms for slow and controlled-release fertilizers and strategies for their use in vegetable production. HortTechnol. 19: 10-12.
45. Nardi, S., D. Pizzeghello, A. Muscolo and A. Vianello. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biol. Biochem. 34(11): 1527-1536.
46. Nikbakht, A., M. Kafi, M. Babalar, Y.P. Xia, A. Luo and N. Etemadi. 2008. Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake and postharvest life of gerbera. J. Plant Nutr. 31(12): 2155-2167.
47. Padem, H., A. Ocal and R. Alan. 1999. Effect of humic acid added foliar fertilizer on quality and nutrient content of eggplant and pepper seedlings. Acta Hort. 491: 241-246.
48. Salman, S.R., S.D. Abou-Hussein, A.M.R. Abdel-Mawgoud and M.A. El-Nemr. 2005. Fruit yield and quality of watermelon as affected by hybrids and humic acid application. J. Appl. Sci. Res. 1(1): 51-58.
49. Shanmugam, P.M. and R. Veeraputhran. 2001. Effect of organic and inorganic nitrogen and zinc application on soil fertility and nutrient uptake of Rabi rice (*Oryza sativa*). Madras Agric. J. 88(7-9): 514-517.
50. Sun, Y., M. Zhang, Z. Xu, D. Kong and L. Sun. 2007. Effects of controlled release compound fertilizers on soil nutrient and growth of potted *Rosa Chinensis*. J. Soil Water Conserv. 23(4): 237 (Abst.).
51. Van Iesel, M.W., R.B. Beverly, P.A. Thomas, J.G. Latimer and H.A. Mills. 1998. Fertilizer effect on the growth of Impatiens, petunia, salvia, and vinca plug seedling. HorSci. 33(4): 678-682.
52. Vujosevic, A., N. Lakic, D. Beatovic and S. Jelacic. 2007. Effect of applying different rates of slow disintegrating fertilizer on the quality of marigold (*Tagetes patula* L.) and scarlet sage seedlings (*Salvia splendens* L.). J. Agric. Sci. 52(2): 105-113.
53. Vujoaevic, A., N. Lakic, D. Beatovic and S. Jelaaic. 2008. Effect of different doses of slow-disintegrating fertilizer on the quality of Impatiens seedlings (*Impatiens walleriana* L.). J. Agric. Sci. 53(1): 25-35.
54. Wei, Y., L. Li, L. Ma, B. Chen and M. Zhang. 2011. Effects of medium and controlled release fertilizers ratio on plug-seedling of Dahlia. Nor. Hort. 23(2): 20 (Abst.).
55. Yildirim, E. 2007. Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. Acta Agric. Scandi., Section B- Plant Soil Sci. 57(2): 182-1860.