دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2017.109161.1938
جلد ۳۳، شماره ۴، صفحه ۶۱۹-۶۰۸ (۱۳۹۶)

اثرات کودهای زیستی و شیمیایی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی، متابولیت‌های ثانویه و عملکرد میوه گیاه دارویی کارلا (*Momordica charantia* L.)

حسین سرتیپ[1*]، عیسی خمری[2] و مهدی دهمرده[3]

۱*- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد گیاهان دارویی، گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشگاه زابل، زابل، ایران
پست الکترونیک: Hosein.sartip@gmail.com

۲- استادیار، گروه زراعت، گرایش فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۳- دانشیار، گروه زراعت، گرایش آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۵ تاریخ اصلاح نهایی: خرداد ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۶

چکیده

کارلا (*Momordica charantia* L.) گیاهیست با خواص دارویی متعدد که میوه آن برای کنترل دیابت استفاده می‌شود. به‌منظور بررسی تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر ویژگی‌های کمّی، کیفی و متابولیت‌های ثانویه کارلا، آزمایشی به‌صورت طرح بلوک کامل‌تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل: شاهد یا ۱۰۰٪ کود شیمیایی (F1)، نیتروکسین + فسفات بارور۲ (F2)، نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۷۵٪ کود شیمیایی (F3)، نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۵۰٪ کود شیمیایی (F4)، نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۲۵٪ کود شیمیایی (F5)، نانو کود زیستی (F6)، نانو کود زیستی + ۷۵٪ کود شیمیایی (F7)، نانو کود زیستی + ۵۰٪ کود شیمیایی (F8) و نانو کود زیستی + ۲۵٪ کود شیمیایی (F9) بودند. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که مصرف سطوح مختلف کودهای شیمیایی به همراه کودهای زیستی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و عملکرد میوه در واحد سطح معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها حکایت از برتری معنی‌دار تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی نسبت به مصرف جداگانه این کودها داشت. بیشترین غلظت کلروفیلa (۳۰/۶۶mg/g.fw) و کاروتنوئیدهای برگ (۸/۹۱mg/g.fw) به‌ترتیب در تیمارهای F3 و F4 بدست آمد. بیشترین عملکرد میوه نیز در تیمار F4 بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد افزایش ۲۵/۳۳ درصدی داشت. اثرات تیمارهای کودی بر تولید ماده مؤثره کارانتین به شدت معنی‌دار بود. به‌طوری که کمترین و بیشترین میزان این ماده به‌ترتیب در تیمار F3 (۰/۹۳mg/gr.dw) و تیمار F7 (۳/۴۲mg/gr.dw) حاصل شد. نتایج این تحقیق حکایت از آن داشت که کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور۲ در ترکیب با ۵۰٪ و ۷۵٪ کودهای شیمیایی در بهبود صفات فیزیولوژیکی و عملکرد میوه گیاه کارلا تأثیر مثبتی داشته و به‌جای مصرف مداوم کودهای شیمیایی، می‌توان با استفاده بهینه از نهاده‌های زیستی در راستای کشاورزی پایدار گام برداشت.

واژه‌های کلیدی: کارلا (*Momordica charantia* L.)، کود زیستی، میوه، کلروفیل، کارانتین.

مقدمه

قرن بیست و یکم قرن بازگشت به طبیعت و استفاده از گیاهان در درمان نام گرفته است، امروزه شاهد گسترش روزافزون تحقیقات در زمینه گیاهان دارویی بوده و روز به روز عرضه داروهای جدید گیاهی ابعاد گسترده‌تری می‌یابد (Samsam Sharyat, 2007).

کارلا با نام علمی *Momordica charantia* L. از خانواده کدوئیان (Cucurbitaceae)، بومی آسیا می‌باشد که از زمان‌های قدیم در طب سنتی استفاده می‌شود (Crisan *et al*., 2008). گرچه دانه‌ها، برگ‌ها و ساقه‌ها همه دارای خاصیت دارویی هستند و مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما میوه مهمترین بخش گیاه است که برای کنترل دیابت استفاده می‌شود. مشخص شده محتوای تغذیه‌ای بخش‌های خوراکی گیاه کارلا می‌تواند با استفاده از کود نیتروژن، فسفر و پتاسیم افزایش یافته و باعث افزایش مقدار پروتئین، ویتامین C، مقدار کل کلروفیل، کلروفیلa، کلروفیلb، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، مس، آهن، منیزیم، روی و گوگرد گردد (Assubaie & El-Garawany, 2004). کارلا شامل مواد فتوشیمیایی فعال بیولوژیکی است که حاوی ترپن‌ها، پروتئین‌ها و استروئیدها است. میوه و بذر کارلا به‌طور سنتی به‌عنوان گیاه دارویی ضد ویروس ایدز، زخم‌معده، التهاب، میکروبی، دیابت و تومور می‌باشد (Shibib *et al*., 1993). ترکیب‌های شبه انسولین موجود در دانه و میوه گیاه کارلا در درمان دیابت نوع ۱ و ترکیب‌های شناخته شده به‌عنوان گلیکوزیدهای اولئونولیک اسید ۹ در درمان دیابت نوع ۲ تأثیر دارد (Choudhary *et al*., 2012). گیاه دارویی کارلا برای اولین بار در ایران در سال ۱۳۸۷ در شهرستان کنارک استان سیستان و بلوچستان و در سطح یک هکتار کشت شد. سطح زیر کشت این گیاه در این استان در سال ۱۳۹۵ بیش از ۶ هکتار بوده که از هر هکتار بیش از ۱۵ تن میوه برداشت شده است (www.medplant.ir).

امنیت غذایی در کنار حفظ محیط‌زیست به یک موضوع مهم جهانی در دهه‌های اخیر تبدیل شده است. در جهان امروز که رشد روزافزون جمعیت وجود دارد، اهمیت مدیریت کاربرد کودهای شیمیایی و عناصر غذایی بیشتر مشخص می‌شود (Gafari *et al*., 2010). در سالهای اخیر در پی بحران آلودگی‌های زیست محیطی تلاش‌های گسترده‌ای به‌منظور یافتن راهکارهای مناسب برای بهبود کیفیت خاک و محصولات کشاورزی و حفظ پایداری اکوسیستم‌های طبیعی آغاز شده است (Verma *et al*., 2014). یکی از ارکان اساسی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی است. کودهای زیستی در برخی موارد به‌عنوان جایگزین و در بیشتر موارد به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی می‌توانند پایداری تولید نظام‌های کشاورزی را تضمین کنند (Arrudaa *et al*., 2013).

کودهای زیستی در حقیقت ماده‌ای شامل انواع مختلف ریزموجودات آزادزی بوده که توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از شکل غیر قابل دسترس به شکل قابل دسترس طی فرایندهای بیولوژیکی دارند (Rajendran & Devarj, 2004؛ Chen, 2006) که در ناحیه اطراف ریشه و یا بخش‌های داخلی گیاه تشکیل کلونی داده و رشد گیاه میزبان را با روش‌های مختلف تحریک می‌کنند. کودهای زیستی قادرند در برخی موارد به‌عنوان جایگزین و در بیشتر موارد به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی، پایداری تولید را در نظام‌های کشاورزی تضمین کنند (Vessey, 2003).

گیاهان گروه بزرگ و متنوعی از ترکیب‌های آلی را به‌نام متابولیت‌های ثانویه تولید می‌کنند که پراکنش محدودی در گروه گیاهان دارند و میزان آنها اغلب کم (کمتر از ۱٪ وزن خشک) می‌باشد (Oksman-Caldentey & Inze, 2004). روش‌های مختلفی به‌منظور افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه استفاده می‌شود که شامل استفاده از الیسیتورها، بهینه‌سازی محیط کشت، کشت ریشه‌های موئین و مهندسی متابولیت می‌باشد (Raoa & Ravishankar, 2002).

در آزمایشی بیشترین وزن میوه کدوی آجیلی در تیمار کودی مصرف نیتروکسین و نیتراژین به‌علاوه ۷۵٪ کود اوره توصیه شده مشاهده گردید (Irannejad *et al*., 2011). Moazen و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که مصرف فسفر در توسعه رویشی بوته‌های کدو ازجمله افزایش تعداد گره و

طول ساقه مؤثر است و افزایش معنی‌داری را در وزن خشک برگ، وزن خشک دانه و تعداد دانه‌ها در بوته و در مترمربع سبب می‌شود. Jahan و همکاران (۲۰۱۱) نیز طی تحقیقی روی کدوی پوست‌کاغذی گزارش کردند که در بین کودهای زیستی بیشترین تعداد میوه در هکتار، در نتیجه استفاده از نیتراژین بدست آمد و کاربرد نیتراژین برتری ۷۲/۵ درصدی را نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف کود) به دنبال داشت. Shehata و همکاران (۲۰۰۴) نیز گزارش کردند که بیشترین تعداد برگ، پرچم، مادگی، میوه‌ها و همچنین ارتفاع بوته کدو در تیمار تلقیح کدو در تیمار تلقیح بذر با باکتری باسیلوس از نژاد FZB24 بدست می‌آید. Kennedy و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که در گندم تلقیح‌شده با باکتری *Azospririllum brasilense* و قارچ *Glomus fasciculatum* غلظت کلروفیل، میزان فتوسنتز، فعالیت آنزیم‌های نیترات ردوکتاز و گلوتامین سینتتاز افزایش یافت. در گیاه دارویی پروانش (*Caharanthus roseus*) تلقیح گیاهچه‌ها با باکتری *Pseudomonas flurescence* باعث افزایش میزان بیوماس تولیدی و میزان آلکالوئید گیاه پروانش شد (Jaleel *et al*., 2007). Yazdaniye biouki و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که مصرف انواع مختلف کودهای آلی و شیمیایی در خاک بر درصد روغن، سیلیمارین و سیلیبین بذر گیاه خارمریم تأثیر معنی‌داری داشت. گیاهان تیمار شده با کود شیمیایی کمترین درصد سیلیبین را داشتند.

بنابراین با توجه به اهمیت گیاه کارلا و نیاز غذایی بالای آن در مرحله گل‌دهی و تشکیل میوه، این پژوهش با هدف تعیین اثر استفاده از کودهای زیستی و شیمیایی روی برخی از صفات کمّی، کیفی و متابولیت‌های ثانویه گیاه کارلا و در نهایت بررسی امکان جایگزینی کودهای زیستی با شیمیایی در راستای روش‌های تولیدی دوست‌دار محیط‌زیست انجام شد.

مواد و روش‌ها

زمان و مکان اجرای تحقیق

این تحقیق در طی سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل اجرا گردید. این پژوهشکده در موقعیت جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی در ارتفاع ۴۸۱ متر از سطح دریا قرار دارد. آب و هوای منطقه براساس طبقه‌بندی آمبرژه جزء مناطق گرم و خشک است. براساس آمار ایستگاه هواشناسی زابل میانگین درازمدت (۳۰ ساله) بارندگی در منطقه ۶۵ میلی‌متر و میانگین درازمدت درجه حرارت منطقه ۲۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

این آزمایش به‌صورت طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار در پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل اجرا شد. تیمارهای آزمایش در هر بلوک (جدول ۱) شامل شاهد یا ۱۰۰٪ کود شیمیایی (اوره ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار + فسفات مونوآمونیوم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار + سولفات پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) (F1)، نیتروکسین + فسفات بارور۲ (F2)، نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۷۵٪ کود شیمیایی (F3)، نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۵۰٪ کود شیمیایی (F4)، نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۲۵٪ کود شیمیایی (F5)، نانو کود زیستی بیوزر (F6)، نانو کود زیستی بیوزر + ۷۵٪ کود شیمیایی (F7)، نانو کود زیستی بیوزر + ۵۰٪ کود شیمیایی (F8) و نانو کود زیستی بیوزر + ۲۵٪ کود شیمیایی (F9) بودند.

در قطعه زمینی که برای کشت در نظر گرفته شده بود، پس از انجام تجزیه خاک (جدول ۲) و عملیات خاک‌ورزی، جوی و پشته‌های دو طرفه (عرض جوی ۵۰ سانتی‌متر، عرض پشته ۱۸۰ سانتی‌متر و طول جوی ۴۰۰ سانتی‌متر) ایجاد گردید. کودهای شیمیایی مونوفسفات آمونیوم، سولفات‌پتاسیم به همراه کود زیستی سولفات بارور۲ (۱۰۰ گرم در هکتار) و نانو کود بیوزر (۱ کیلوگرم در هکتار) در زمان کاشت (اسفند ماه) استفاده شد. یک سوم کود اوره نیز در زمان کاشت و بقیه کود اوره به‌صورت سرک در زمان رشد رویشی گیاه کارلا به زمین داده شد. همچنین نحوه مصرف کود نیتروکسین با آب آبیاری (۵ لیتر در هکتار) به این ترتیب بود که در آبیاری سوم مزرعه بعد از پر شدن جوی‌های کشت از آب، حجم مشخصی از کود نیتروکسین در آب حل و به‌صورت یکنواخت در داخل جوی ریخته شد. کاشت به‌صورت جوی و پشته و مستقیم پس از انجام آبیاری و در محل داغاب در تاریخ ۲۰ اسفند

۱۳۹۲ انجام شد. بذرهای مورد استفاده در این تحقیق از نوع کارلای هندی بود که از مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان زابل تهیه گردید (شکل میوه در این نوع کارلا باریک و کشیده و شبیه خیار زگیل‌دار می‌باشد). بذرها به‌صورت کپه‌ای با فاصله بین بوته ۵۰ سانتی‌متر و در عمق کم (حداکثر ۳ تا ۵ سانتی‌متر) کشت شدند و روی آنها توسط لایه‌ای از ماسه بادی به‌منظور تسهیل در جوانه‌زنی پوشانده شد (بذرها ۲ هفته بعد از تاریخ کاشت شروع به جوانه‌زنی کردند). گفتنی است که بذرها به‌منظور ترکیب بهتر با کود جامد فسفات‌بارور ۲ و نانو کود بیوزر پیش از تلقیح مرطوب شدند.

جدول ۱- تیمارهای کودی آزمایش

تیمار کودی	شاهد یا ۱۰۰٪ کود شیمیایی	نیتروکسین + فسفات بارور۲	نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۷۵٪ کود شیمیایی	نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۵۰٪ کود شیمیایی	نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۲۵٪ کود شیمیایی	نانو کود زیستی	نانو کود زیستی + ۷۵٪ کود شیمیایی	نانوکود زیستی + ۵۰٪ کود شیمیایی	نانو کود زیستی + ۲۵٪ کود شیمیایی
اختصار	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر

بافت خاک	شن	رس	لای	منگنز	آهن	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	ماده آلی	pH	هدایت الکتریکی
	٪			ppm					٪		$ds.m^{-1}$
لوم شنی	۴۱	۳۲	۲۷	۳/۱	۲/۲	۱۳۵	۱۲	۰/۰۶	۰/۵۹	۷/۸	۱/۸

اندازه‌گیری ویژگی‌های کمّی، هنگامی که میوه‌ها هنوز نارس و سبز رنگ بودند (تیر ماه)، انجام شد. روش نمونه‌برداری به این ترتیب بود که با رعایت حاشیه در هر واحد آزمایشی ۸ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد ساقه فرعی شمارش شد. به فاصله ۱۵ روز در طول دوره باردهی در ۳ نوبت میوه بوته‌های منتخب برداشت شدند و بعد از شمارش میوه‌ها، وزن هر میوه با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شده و در نهایت جمع داده‌ها به‌صورت میانگین در هر مترمربع محاسبه گردید. اندازه‌گیری وزن خشک میوه پس از قرار گرفتن نمونه‌های تر در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد (Damavandi *et al.*, 2006). میانگین طول و قطر تک میوه به‌ترتیب با استفاده از خط‌کش استاندارد و کولیس محاسبه گردید.

اندازه‌گیری غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی

غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی یک‌بار در مرحله گلدهی و از جوان‌ترین برگ‌های کامل توسعه یافته به روش Lichtenthaler (۱۹۹۴) و با استفاده از معادلات زیر انجام شد.

$$\text{Chlorophyll a} = 12.25\ A_{663} - 2.79\ A_{645}$$

$$\text{Chlorophyll b} = 21.5\ A_{645} - 5.1\ A_{663}$$

$$\text{Carotenoides} = (1000A_{470} - 1.82\ \text{chl a} - 85.25\ \text{chl b})/198$$

در روابط فوق A شدت جذب در طول موج‌های مربوط برحسب نانومتر است.

اندازه‌گیری مومواردیسین و کارانتین توسط HPLC (کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا)

اندازه‌گیری مومواردیسین با استفاده از روش

Yang-Hong و همکـــاران (۲۰۰۸) و کـــارانتین بـــه روش Pitipanapong و همکاران (۲۰۰۷) انجام گردید.

داده‌های کمّی و کیفی برای آنالیز کردن به نرم‌افزار Excel وارد شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام گردید و میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ مقایسه شدند.

نتایج

تعداد ساقه فرعی

بررسی‌های انجام شده بر تعداد ساقه‌های فرعی گیاه کارلا تحت اعمال تیمارهای کودی حکایت از آن داشت که اثر تیمارهای کودی بر تعداد ساقه فرعی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). براساس مقایسه میانگین داده‌ها بیشترین تعداد ساقه فرعی (۱۳/۷۱) در تیمار شاهد حاصل شد که با تیمارهای F2، F6 و F9 اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). البته کمترین تعداد شاخه فرعی از لحاظ عددی (۸/۲۳) نیز در تیمار F6 بدست آمد.

طول و قطر میوه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حکایت از آن داشت که مصرف کودهای زیستی، شیمیایی و تلفیق آنها بر طول و قطر میوه کارلا تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۳). به‌طوری که بیشترین طول میوه (۱۶/۵۳cm) و بیشترین قطر میوه (۵/۵۷cm) در تیمار کودی F4 حاصل شد. همچنین کمترین طول میوه (۹/۶۷cm) و کمترین قطر میوه از لحاظ عددی (۳/۴۲cm) در تیمار F6 بدست آمد (جدول ۴).

وزن تر و خشک میوه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای مختلف کودی بر وزن تر و خشک میوه در سطح احتمال ۱٪ تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین وزن تر میوه به‌ترتیب با مقدار ۹۵/۷۱ و ۹۲/۹۴ گرم مربوط به تیمارهای F3 و F4 بودند که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نشان ندادند، همچنین بیشترین وزن خشک میوه (۷/۸۳g) در تیمار F4 بدست آمد (جدول ۴).

عملکرد میوه

تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد میوه در واحد سطح در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۵). بیشترین عملکرد میوه ($۲/۹۲Kg/m^2$) در تیمار F4 حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد (۱۰۰٪ کود شیمیایی توصیه شده) ۲۵/۳۳٪ افزایش نشان داد (جدول ۶).

غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر کودهای زیستی، شیمیایی و تلفیق آنها بر غلظت کلروفیلa، b و کاروتنوئیدهای برگ معنی‌دار شد (جدول ۵). بیشترین غلظت کلروفیلa (۳۰/۶۶ mg/g.fw)، کلروفیلb (۱۸/۷۷mg/g.fw) و کاروتنوئیدهای برگ (۸/۹۱mg/g.fw) به‌ترتیب در تیمارهای F3، F5 و F4 بدست آمد (جدول ۶).

جدول ۳- تجزیه واریانس برخی از صفات مورفولوژیک تحت تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد ساقه فرعی	طول میوه	قطر میوه	وزن تر میوه	وزن خشک میوه
تکرار	۲	۵/۵۷	۳/۴۵	۱/۲۳	۴۵/۸۶	۰/۱۸
تیمار	۸	۸/۸۱ *	۱۶/۷۶ **	۱/۸۷ *	۲۲۵/۰۴ **	۱/۶ **
خطای آزمایشی	۱۶	۲/۶۶	۱/۳۵	۰/۶۷	۲۸/۴۶	۰/۱۷۷
ضریب تغییرات (٪)	–	۱۴/۶۸	۸/۶۵	۱۸/۷۶	۶/۵	۶/۱۵

*، ** و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪، ۱٪ و بدون اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک کارلا تحت تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی

نوع کود	تعداد ساقه فرعی	طول میوه (cm)	قطر میوه (cm)	وزن تر میوه (g)	وزن خشک میوه (g)
F1	۱۳/۷۱a	۱۴/۸۱ab	۳/۸۸bcd	۸۶/۴۸abc	۶/۷۵bc
F2	۹/۶۶bc	۱۱/۳۸de	۳/۶۹cd	۷۶/۲۴de	۶/۳۶cd
F3	۱۲/۵۶ab	۱۴/۰۳bc	۵/۳۳ab	۹۵/۷۱a	۷/۸۱a
F4	۱۲/۲۴ab	۱۶/۵۳a	۵/۵۷a	۹۲/۹۴ab	۷/۸۳a
F5	۱۱/۱۳abc	۱۵/۳۹ab	۴/۴۳abcd	۷۷/۸۷cde	۶/۱۹cd
F6	۸/۲۳c	۹/۶۷e	۳/۴۲d	۷۰/۹۵e	۵/۸۳d
F7	۱۱/۹۴ab	۱۵/۵۳ab	۵/۰۶abc	۸۵/۰۵bcd	۷/۱۵ab
F8	۱۰/۸abc	۱۱/۲۳de	۴/۲۵abcd	۸۱/۰۲cde	۶/۷۹bc
F9	۹/۶۳bc	۱۲/۲۴de	۳/۶۵cd	۷۲/۵۳e	۵/۹۴d

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

شاهد یا ۱۰۰٪ کود شیمیایی (F1)، نیتروکسین + فسفات‌بارور۲ (F2)، نیتروکسین + فسفات‌بارور۲ + ۷۵٪ کود شیمیایی (F3)، نیتروکسین + فسفات‌بارور۲ + ۵۰٪ کود شیمیایی (F4)، نیتروکسین + فسفات‌بارور۲ + ۲۵٪ کود شیمیایی (F5)، نانو کود زیستی (F6)، نانو کود زیستی + ۷۵٪ کود شیمیایی (F7)، نانوکود زیستی + ۵۰٪ کود شیمیایی (F8) و نانو کود زیستی + ۲۵٪ کود شیمیایی (F9).

موموردیسین و کارانتین

تأثیر تیمارهای کودی بر موموردیسین در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها حکایت از افزایش تولید این ترکیب ثانویه در تیمار F5 داشت، به‌طوری که این تیمار از نظر آماری با تمامی تیمارهای آزمایش اختلاف معنی‌داری را نشان داد و نسبت به تیمار شاهد افزایش ۳۱۱/۱۱ درصدی داشت (جدول ۶). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای کودی بر تولید گلیکوزید کارانتین به شدت معنی‌دار بود (جدول ۵). به‌طوری که کمترین و بیشترین اثر به‌ترتیب مربوط به تیمار F3 (۰/۹۳mg/gr.dw) و تیمار F7 (۳/۴۲mg/gr.dw) بود. البته تولید این ترکیب در تیمار F7 نسبت به تیمار شاهد افزایش ۱۲۶/۴۹ درصدی نشان داد (جدول ۶).

جدول ۵- تجزیه واریانس برخی از صفات کمّی و کیفی کارلا تحت تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئید	عملکرد میوه	موموردیسین	کارانتین
تکرار	۲	۹/۳۸	۴/۸۵	۷/۸۳	۰/۰۱۵	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۰۲
تیمار	۸	۴۵/۶۴ **	۴۱/۴۱ **	۸/۴۹ **	۰/۸۱ **	۰/۱۱۴ **	۲/۱۳ **
خطای آزمایشی	۱۶	۴/۱	۱/۹	۲/۰۵	۰/۱۴	۰/۰۰۱۷	۰/۰۲۵
ضریب تغییرات (٪)	–	۸/۰۷	۱۴/۲۲	۲۲/۸۱	۱۷/۶۸	۱۱/۰۱	۷/۵۶

*، ** و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪، ۱٪ و بدون اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۶- مقایسه میانگین رنگیزه‌های فتوسنتزی و متابولیت‌های ثانویه میوه کارلا تحت تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی

نوع کود	عملکرد میوه	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئید	موموردیسین	کارانتین
	(Kg/m^2)	(mg/g fw)			(mg/g dw)	
F1	۲/۳۳ab	۲۵/۳۳bc	۸/۶۵bc	۷/۴۶ab	۰/۱۸f	۱/۵۱e
F2	۱/۹۵bcd	۲۵/۷۶bc	۵/۵۹d	۵/۱۶bc	۰/۴۳c	۱/۱۴f
F3	۲/۶۶a	۳۰/۶۶a	۸/۹۸bc	۸/۶۴a	۰/۲۲ef	۰/۹۳f
F4	۲/۹۲a	۲۸/۵۸ab	۱۰/۶۸b	۸/۹۱a	۰/۶۲b	۱/۷۸e
F5	۱/۸۱cd	۲۰/۳۱de	۱۸/۷۷a	۵/۲۸bc	۰/۷۴a	۳/۰۹b
F6	۱/۴d	۱۹/۰۶e	۹/۵۶bc	۵/۴۴bc	۰/۴۲c	۲/۲۲d
F7	۲/۵۳ab	۲۸/۹ab	۸/۷۱bc	۴/۹۵bc	۰/۲ef	۳/۴۲a
F8	۱/۸۹bcd	۲۳/۲۹cd	۶/۹۵cd	۴/۲۷c	۰/۳۴d	۲/۱۱d
F9	۱/۵۵d	۲۴/۰۸c	۹/۲۸bc	۶/۳۸abc	۰/۲۶e	۲/۵۵c

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

شاهد یا ۱۰۰٪ کود شیمیایی (F1)، نیتروکسین + فسفات‌بارور۲ (F2)، نیتروکسین + فسفات‌بارور۲ + ۷۵٪ کود شیمیایی (F3)، نیتروکسین + فسفات‌بارور۲ + ۵۰٪ کود شیمیایی (F4)، نیتروکسین + فسفات‌بارور۲ + ۲۵٪ کود شیمیایی (F5)، نانو کود زیستی (F6)، نانو کود زیستی + ۷۵٪ کود شیمیایی (F7)، نانو کود زیستی + ۵۰٪ کود شیمیایی (F8) و نانو کود زیستی + ۲۵٪ کود شیمیایی (F9)

بحث

تعداد ساقه فرعی، طول و قطر میوه

کاربرد کودهای زیستی از طریق تولید ویتامین‌ها و محرک‌های رشد و افزایش رشد ریشه، باعث تسریع جذب آب و عناصر غذایی می‌شود. افزایش این ویژگی‌ها ارتباط مستقیمی با رشد و عملکرد گیاه دارد. با افزایش کود نیتروژن گیاه به توسعه رویشی مانند سطح برگ و تعداد ساقه‌های فرعی می‌پردازد که افزایش این صفات، افزایش مواد فتوسنتزی را به دنبال دارد. Mobseri Moghdam (۲۰۱۲) گزارش کرد که بیشترین تعداد ساقه‌های فرعی در گیاه کارلا با میانگین ۱۳/۵ عدد و با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن خالص در هکتار و کمترین میانگین ۱۰/۰۵ عدد با مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بدست آمد. Dehgani tafti و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که اثر کودهای اوره و دامی بر تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه دارویی کدوی پوست کاغذی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار و بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به همراه ۱/۵ تن کود دامی بدست آمد.

در مورد اثر کودهای زیستی بر افزایش طول و قطر میوه کارلا باید گفت که این امر احتمالاً ناشی از افزایش جذب عناصر غذایی و تأثیر آنها بر بهبود فتوسنتز و در نتیجه افزایش رشد بوته و میوه است. نتیجه این آزمایش با یافته‌های Prasad و همکاران (۲۰۰۹) بر روی گیاه کارلا مطابقت دارد. Mar و Schaplowsky (۲۰۰۴) به این نتیجه رسیدند که مصرف متعادل عناصر غذایی ازجمله نیتروژن باعث افزایش شدت نور دریافتی و دسترسی مطلوب به مواد فتوسنتزی در گیاه کدوی آجیلی شده که در نتیجه آن عملکرد و اجزای عملکرد دانه بهبود می‌یابد.

Parmar و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که بیشترین طول و قطر میوه خیار در تیمار تلفیقی کودهای زیستی نیتروژنه و باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کود شیمیایی حاصل شد. Hashem Abadi و Kashi (۲۰۰۴) گزارش

کردند که با افزایش مصرف کود نیتروژن تا سطح ۱۸۰ کیلوگرم، قطر میوه خیار افزایش می‌یابد.

وزن تر، خشک و عملکرد میوه

نظر به اینکه عملکرد میوه کارلا تابعی از اجزای عملکرد (وزن میوه و ...) می‌باشد، از این‌رو با توجه به حصول حداکثر مقادیر مربوط به اجزای عملکرد در سطوح کودی تلقیح بذر با فسفات بارور ۲ + نیتروکسین به همراه ۵۰٪ کود شیمیایی توصیه شده، مشاهده حداکثر عملکرد میوه در این تیمار دور از انتظار نبود. بنابراین تقویت اجزای عملکرد میوه می‌تواند باعث تولید حداکثر عملکرد میوه گردد. شاید یکی از دلایل عمده چنین نتیجه‌ای، سازگاری باکتری‌های موجود در کودهای زیستی باشد که در منطقه ریزسفری ریشه گیاه کارلا فعال‌تر بوده و باعث تقویت سیستم ریشه‌ای و جذب مؤثر عناصر غذایی و بهبود رشد و فعالیت گیاه و در نهایت عملکرد میوه گردید. کاربرد نیتروکسین به همراه فسفات بارور ۲ از طریق جذب بیشتر نیتروژن و فسفر سبب افزایش رشد پیکره رویشی و تولید ماده خشک میوه در گیاه شده است. در آزمایشی بیشترین وزن میوه کدوی آجیلی در تیمار کودی مصرف نیتروکسین و نیتراژین به‌علاوه ۷۵٪ کود اوره توصیه شده مشاهده گردید (Irannejad *et al*., 2011). Moazen و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که مصرف فسفر در توسعه رویشی بوته‌های کدو ازجمله افزایش تعداد گره و طول ساقه مؤثر است و افزایش معنی‌داری را در وزن خشک برگ، وزن خشک دانه و تعداد دانه‌ها در بوته و در متر مربع سبب می‌شود.

نتایج این آزمایش نشان داد که میوه‌هایی با وزن بالاتر عملکرد میوه بیشتری را باعث شده‌اند. عرضه مداوم و پایدار عناصر معدنی به گیاه، به‌ویژه نیتروژن باعث افزایش رشد و گلدهی می‌شود. عنصر فسفر در کنار نیتروژن موجب رشدزایشی و میوه‌دهی می‌شود (Rahim Zadeh, 2009). نتایج این تحقیق با یافته‌های Mulani و همکاران (۲۰۰۷) در گیاه کارلا، Nirmala و Vadivel (۱۹۹۹) در گیاه خیار و همچنین Habibi و همکاران (۲۰۱۱) در گیاه کدوی تخم‌کاغذی مطابقت دارد. Al-Harbi و Wahb-Allah (۲۰۰۶) نیز در پژوهش خود روی کدو نشان دادند که کاربرد نیتروژن به میزان ۷۲ کیلوگرم در هکتار در ترکیب با کود زیستی ازتوباکتر، آزوسپیریلیوم و کلبسیلا (Klebsiela) نسبت به کاربرد نیتروژن به میزان ۲۱۶ کیلوگرم در هکتار بدون تلقیح با باکتری، عملکرد کل را افزایش داد.

افزایش مصرف کود نیتروژن، باعث افزایش شاخه‌های فرعی بارور حاوی گلهای ماده، افزایش تعداد میوه، افزایش وزن میوه و در نهایت افزایش عملکرد نهایی خواهد شد. افزایش عملکرد ناشی از توسعه بیشتر میوه که علت آن افزایش جذب مواد غذایی خاک، افزایش مقدار کلروفیل، سنتز کربوهیدرات‌ها، تجمع مواد فتوسنتزی و توزیع برای توسعه تخمک‌هاست. این نتایج با یافته‌های Aiyelaagbe و Kitomo (۲۰۰۰) در مورد کدو تنبل مطابقت دارد.

غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی

نتایج این تحقیق نشان داد، در صورتی که کودهای زیستی در تلفیق با کودهای شیمیایی مورد استفاده قرار گیرند، باعث بهبود غلظت رنگدانه‌های فتوسنتزی خواهند شد. افزایش غلظت رنگدانه‌های فتوسنتزی در این بررسی را می‌توان به تأمین بهتر نیتروژن نسبت داد. به دلیل شرکت نیتروژن در ساختار کلروفیل، ارتباط مثبت و معنی‌داری بین نیتروژن برگ و مقدار کلروفیل آن وجود دارد (Ghorbanali *et al*., 2006). بنابراین تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و به‌ویژه نیتروژن افزایش رشد سبزینه‌ای گیاه را به‌دنبال خواهد داشت. همچنین، باکتریهای موجود در این کودها قادرند تنش‌های محیطی مانند خشکی، سرما، گرما، شوری و حمله عوامل بیماری‌زای گیاهی را نیز تعدیل کنند (Ghollarata & Raiesi, 2007). حدود ۷۰٪ از نیتروژن برگ در کلروپلاست‌های آن انباشته می‌شود و در نتیجه مقدار کلروفیل همبستگی زیادی با مقدار نیتروژن دارد (Madakadze *et al*., 1999). در همین رابطه Kennedy و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که در گندم تلقیح شده با باکتری *Azospririllum brasilense* و قارچ *Glomus*

fasciculatum غلظت کلروفیل، میزان فتوسنتز، فعالیت آنزیم‌های نیترات ریدوکتاز و گلوتامین سینتتاز افزایش یافت.

Haji Bolandi و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که کاربرد کود شیمیایی نیترات آمونیوم و تلقیح بذرها با باکتری ازتوباکتر به تنهایی یا در کاربرد همزمان با هم، باعث افزایش غلظت کلروفیل برگ‌های گندم شد. به‌طور کلی هر چه شرایط تغذیه‌ای و محیطی، ازجمله عناصر غذایی، نور و رطوبت برای رشد گیاه مناسب‌تر باشد، توان گیاه در تولید کلروفیل و تثبیت CO_2 بیشتر می‌شود. شایان ذکر است که میزان کلروفیل برگ گیاهان به ویژگی‌های ژنتیکی و ذاتی هر گیاه نیز بستگی دارد (Demir, 2004). نیتروژن و فسفر مهمترین عناصر در تأمین نیازهای رویشی و زایشی گیاه است و با افزایش دسترسی به این عناصر میزان رنگیزهای فتوسنتزی و رشد گیاه کارلا بهبود می‌یابد. در کل، نتایج تحقیق نشان داد که کاربرد کودهای زیستی به همراه کودهای شیمیایی می‌تواند راهکاری در جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی باشد، ضمن آنکه از تخریب و آلودگی‌های زیستی ناشی از مصرف بالای این نهاده شیمیایی نیز جلوگیری می‌شود.

مواد مؤثره مومورديسين و كارانتين

کودهای زیستی نیتروکسین به همراه ۲۵٪ کودهای شیمیایی توصیه شده در افزایش ماده مؤثره مومورديسين و نانو کود بیوزر به همراه ۷۵٪ کودهای شیمیایی توصیه شده در افزایش ماده مؤثره کارانتین نسبت به سایر کودها تأثیر بیشتری داشتند. کودهای آلی به دلیل داشتن عناصر ماکرو و میکرو مختلف، یکی از معیارهای اساسی در تولید ترکیب‌های دارویی موجود در گیاهان تازه کشت شده می‌باشند. این نشان می‌دهد که مقدار جذب و ورود این مواد به گیاه متناسب با غلظت آنها بوده و از این طریق در بیوسنتز ترکیب‌های دارویی گیاه مؤثر هستند (Weckx & Clijsters, 1997). گیاهان آلکالوئیدها را از پیش‌سازهای ساده، با استفاده از بسیاری آنزیم‌های منحصر به فرد می‌سازند. آلکالوئیدها اغلب از L-آمینواسیدهایی مانند تریپتوفان، تیروزین، فنیل آلانین، لیزین و آرژنین چه به تنهایی و یا به‌صورت ترکیبی با استروئیدها و یا ترپنوئیدها تشکیل می‌شوند. یک یا دو تغییر شکل می‌تواند این آمینواسیدها را از متابولیت‌های اولیه به سوبستراهایی برای متابولیسم آلکالوئیدی خاص تبدیل کند. هر گیاه زراعی از نظر نیاز به عناصر غذایی احتیاجات مخصوصی دارد. این احتیاجات با توجه به شرایط آب و هوایی، نوع خاک و شرایط کشت و کار فرق می‌کند. به عبارت دیگر مقدار مناسب کودهای شیمیایی برای زراعت‌های مختلف بستگی به نوع محصول، طرز کشت، آبیاری و دمای محیط دارد. از آنجایی که در تولید گیاهان دارویی یکی از مهمترین مسائل، کیفیت مواد استحصال شده از آنها می‌باشد، بنابراین باید در بکارگیری از کودهای شیمیایی دقت نظر بیشتری اعمال شود. محصول زراعی یک گیاه دارویی از نظر اقتصادی وقتی مقرون به صرفه است که مقدار متابولیت‌های ثانویه آن به حد مطلوب رسیده باشد. البته توصیه کودی روی گیاهان دارویی باید با در نظر گرفتن کلیه شرایط مؤثر انجام شود. به‌طور کلی، می‌توان چنین بیان کرد که در طی دوره عبور از کشاورزی متداول و رایج به کشاورزی پایدار، کودهای زیستی با مهیا کردن شرایط مناسب برای رشد گیاه می‌توانند راهکاری مناسب در جهت افزایش تولیدات کمّی و کیفی محصولات کشاورزی باشند.

در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که تیمارهای تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی باعث افزایش عملکرد میوه، اجزای عملکرد، رنگیزه‌های فتوسنتزی و برخی از متابولیت‌های ثانویه گیاه کارلا گردید. بنابراین می‌توان بیان کرد که استفاده تلفیقی از کودهای زیستی و شیمیایی ضمن فراهم کردن سیستم تغذیه‌ای مناسب برای گیاه کارلا و افزایش عملکرد میوه، باعث کاهش استفاده از کودهای شیمیایی در راستای کشاورزی پایدار و در نتیجه کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف آنها می‌شود.

منابع مورد استفاده

- Aiyelaagb, I.O. and Kitomo, A.A., 2000. Nitrogen response of fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* hook) grown sole or inter cropped with banana. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 64: 231-235.
- Al-Harbi, A.R. and Wahb-Allah, M.A., 2006. Effect of biofertilization under different nitrogen levels on growth, yield and quality of summer squash. Journal of the Saudi Society for Agricultural Sciences, 5(1): 42-54.
- Arrudaa, L., Beneduzi, A., Martins, A., Lisboa, B., Lopes, C., Bertolo, F., Passaglia Maria, L.M.P. and Vargas, K.L., 2013. Screening of rhizobacteria isolated from maize (*Zea mays* L.) in Rio Grande do Sul State (South Brazil) and analysis of their potential to improve plant growth. Applied Soil Ecology, 63: 15-22.
- Assubaie, N.F. and El-Garawany, M.M., 2004. Evaluation of some important chemical constituents of momordica charantia cultivated in Hofuf, Saudi Arabia. Journal of Biological Sciences, 4(5): 628-630.
- Chen, J.H., 2006. The combined use of chemical and organic fertilizer and/ or biofertilizer for crop growth and soil fertility. International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use. Bangkok, Thailand, 16-20 October: 1-11.
- Choudhary, S.K., Chhabra, G., Sharma, D., Vashishta, A., Ohri, S. and Dixit, A., 2012. Comprehensive evaluation of anti-hyperglycemic activity of fractionated momordica charantia seed extract in alloxan-induced diabetic rats. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicin, 2012: 1-10.
- Crisan, S., Campeanu, G. and Halmagean, L., 2008. Study of *Momordica charantia* L. species grown on the specific conditions of Romania's western part. Journal of Vegetable Growing, 32: 425-428.
- Damavandi, A.N., Latifi, A. and Dasht Ban, R., 2006. Evaluation tests of seed and its agronomic efficiency on sorghum. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 14(5): 23-34.
- Dehgani tafti, A.R., Dadi, I., Najafi. F. and Kiyan Mehr, M.H., 2016. The effect of different amounts of manure pellets, urea and micronutrients on morpho-physiological characteristics and oil performance on *Cucurbita pepo* var. *styriaca*. Journal of Crop Production, 9(1): 145-161.
- Demir, S., 2004. Influence of arbuscular mycorrhiza on some physiological growth parameters of pepper. Turkish Journal of Biology, 28: 85-90.
- Gafari, S., Pour Yusef, M. and Hasanadeh, A., 2010. Biofertilizers and their effects on reducing the use of chemical fertilizers and protecting the environment. Conference on Biodiversity and Its Impact on Agriculture and the Environment, 1241p.
- Ghollarata, M. and Raiesi, F., 2007. The adverse effects of soil salinization on the growth of *Trifolium alexandrinum* L. and associated microbial and biochemical properties. Journal Soil Biology and Biochemistry, 39: 1699-1702.
- Gorbanali, M., Hashemi Moghadam, S. and Fallah, A., 2006. The interaction effects of irrigation and nitrogen on some morphological and physiological characteristics of rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Agricultural Sciences, 12(2): 415-428.
- Habibi, A., Heidari, G.R., Sohrabi, Y. and Mohamadi, K., 2011. Effect of biofertilizers and chemical fertilizers on yield and yield components of pumpkin (*Cucurbita pepo* L. Convar. pepo Var. *styriaca*). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28(4): 604-615.
- Haji Bolandi, R., Ali Asghar Zadeh, N. and Mehrfar, Z., 2004. Ecological Study of Azotobacter in pasture area of Azerbaijan and its inoculation effect on growth and feed wheat. Agriculture Science and Technology and Natural Resources, 8(2): 75-89.
- Hashem Abadi, D. and Kashi, A., 2004. The effect of different levels of nitrogen fertilizer and manure on quantitative and qualitative characteristics of cucumber. Journal of Agriculture Science and Technology and Natural Resources, 2: 25-33.
- Irannejad, R., Rezadost, S. and Roshdi, M., 2011. Evaluation of biological fertilizers potential for providing nitrogen need in pupmpkin (*Cucurbita pepo* L.). Middle-east-Journal of Science Research, 8(5): 873-879.
- Jahan, M., Khalil Zadeh, H., Amiri, M.B., Tahami, M.K., Aghavani Shajari, M. and Bigonahe, R., 2011. The simultaneous use of organic fertilizers and bio fertilizers on some quantitative and qualitative characteristics of summer squash (*Cucurbita pepo* L.). Second National Conference on Agriculture and Sustainable Development, Opportunities and Challenges, Shiraz, Iran, 2-3 March: 1-9.
- Jaleel, C.A., Manivannan, P., Sankar, B., Kishorekumar, A., Gopi, R., Somasundaram, R. and Panneerselvam, R., 2007. *Pseudomonas fluorescens* enhances biomass yield and ajmalicine production in *Catharanthus roseus* under water deficit stress. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 60: 7-11.
- Kennedy, I.R., Choudhury, A.T.M.A., Kecskes, M.L., Roughley, R.J. and Hien, N.T., 2004. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can

gourd (*Momordica charantia* L.). Iinternational Conference on Horticulture, 738-740.
- Rahim Zadeh, S., 2009. Effect of bio fertilizer application on yield and quality of *Dracocephalum moldavica* L. under field conditions. M.Sc Thesis, Agriculture Faculty, Kordestan university, Kordestan.
- Rajendran, K. and Devarj, P., 2004. Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarina equisetifolia* inoculated with biofertilizers in farm land. Biomass and Bioenergy, 26: 235-249.
- Raoa, S.R. and Ravishankar, G.A., 2002. Plant cell cultures: Chemical factories of secondary metabolites. Biotechnology Advanc, 20: 101-153.
- Samsam Sharyat, H., 2007. Extraction and extracting active ingredients from medicinal plants. Mani Press, Esfahan, 258p.
- Shehata, S.M., Saleh, S.A. and Junge, H., 2004. Response of sexual expression and productivity of squash plants to some biofertilizer treatments. Journal of Agriculture, 27(2): 255-281.
- Shibib, B.A., Khan, L.A. and Rahman, R., 1993. Hypoglycemic activity of *Coccinia indica* and *Momordica charantia* in diabetic rats: depression of the hepatic gluconeogenic enzymes glucose-6-phosphatase and fructose-1,6 bisphosphatase and elevation of both liver and red-cell shunt enzyme glucose-6-phosphate dehydrogenase. Biochemistry Journal, 15: 267-270.
- Verma, J.P., Yadav, J., Tiwari, K.N. and Jaiswal, D.K., 2014. Evaluation of plant growth promoting activities of microbial strains and their effect on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in India. Soil Biology & Biochemistry, 70: 33-37.
- Vessey, J.K., 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil, 255: 571-586.
- Weckx, J.E.J. and Clijsters, H.M.M., 1997. Zn phytotoxicity induces oxidative stress in primary leaves of *Phaseolus vulgaris*. Plant Physiology, 35: 405-410.
- Yang-Hong, W., Bharathi, A. and Ikhlas, A. Khan, 2008. Determination and quantification of five cucurbitane terpenoids in *M. charantia* by RP-HPLC with evaporating light scattering detection. Chromategrapgy Science, 46: 13-136.
- Yazdaniye biouki, H., Rezvani Moghadam, P., Khazayi, H.R. and Astarayi, R., 2011. Study of some quantitative and qualitative characteristics of the milk thistle (*Silybum marianum* L.) in response to organic, biological and chemical fertilizers. Journal of Agricultural Ecology, 2(4): 548-555.

their potential for plant growth promotion be better exploited. Soil Biology & Biochemistry, 36(8): 1229-1244.
- Lichtenthaler, H.K., 1994. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembrance. Methods in Enzymology, 148: 350-382.
- Madakadze, I.C., Stewart, K.A., Madakadze, R.M., Peterson, P.R., Coulman, B.E. and Smith, D.L., 1999. Field evaluation of the chlorophyll meter to predict yield and nitrogen concentration of switch grass. Journal of Plant Nutrition, 22(6): 1001-1010.
- Mar, C. and Schaplowsky, T., 2004. Pumpkins: Horticulture Reports. Kansas State University Agricultural: 23-30.
- Moazen, S.h., Daneshian, J., Valadabadi, S.A. and Baghdadi, H., 2006. Study of plant population and phosphate fertilization on some aromatic characters and seed and fruit yield of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(4): 397-409.
- Mobseri Moghadam, M., 2012. The effect of the amount and timing of nitrogen application on quantitative and qualitative characteristics of Karela. M.Sc Thesis. Agriculture Faculty, Zabol University, Zabol.
- Mulani, T.G., Musmade, A.M., Kadu, P.P. and Mangave, K.K., 2007. Effect of organic manures and biofertilizer on growth, yield and quality of bitter gourd cv. *Phule Green Gold*. Journal of Soils and Crops, 17(2): 258-261.
- Nirmala, R. and Vadivel, E., 1999. Organic manure and biofertilizers on growth and productivity of cucumber. South Indian Horticultur, 47(1-6): 252-254.
- Oksman-Caldentey, K.M. and Inze, D., 2004. Plant cell factories in the post-genomic era: new ways to produce designer secondary metabolites. Trends in Plant Scince, 9(9): 433-440.
- Parmar, M.K., Patel, B.N. and Mane, S.R., 2011. Response of cucumber (*Cucumis sativus* L.) to chemical fertilizers and bio-fertilizer. Vegetable Science, 38(2): 235-236.
- Pitipanapong, J., Chitprasert, S., Goto, M., Jiratchariyakul, W., Sasaki, M. and Shotipruk, A., 2007. New approach for extraction of charantin from *momordica charantia* L. with pressurized liquid extraction. Separation and Purification Technology, 52 (3): 416-422.
- Prasad, P.H., Mandal, A.R., Sarkar, A., Thapa, U. and Maity, T.K., 2009. Effect of bio fertilizers and nitrogen on growth and yield attributes of bitter

Effects of biofertilitzers and chemical fertilizers on photosynthetic pigments, secondary metabolites and fruit yield of Karela (*Momordica charantia* L.)

H. Sartip[1*], I. Khammari[2] and M. Dahmardeh[2]

1*- Corresponding author, M.Sc. in Medicinal Plants, Department of Horticulture, Zabol University, Zabol, Iran
E-mail: Hosein.sartip@gmail.com
2-Department of Agronomy, Agriculture Faculty, Zabol University, Zabol, Iran

Received: January 2017 Revised: May 2017 Accepted: June 2017

Abstract

Karela (*Momordica charantia* L.) is a plant with multiple medicinal properties, whose fruits are used to control diabetes. In order to study the effects of biological and chemical fertilizers on quantitative and qualitative properties and secondary metabolites of Karela, an experiment was conducted as a randomized complete block design with three replications in the Research Field of Agricultural Research Institute of Zabol University. Experimental treatments included: control or 100 percent chemical fertilizer (F1), nitroxin + fertile phosphate 2 (F2), nitroxin + fertile phosphate 2 + 75 percent chemical fertilizer (F3), nitroxin + fertile phosphate 2 + 50 percent chemical fertilizer (F4), nitroxin + fertile phosphate 2 + 25 percent chemical fertilizer (F5), biological nano-fertilizer (F6), biological nano-fertilizer + 75 percent chemical fertilizer (F7), biological nano-fertilizer + 50 percent chemical fertilizer (F8) and biological nano-fertilizer + 25 percent chemical fertilizer (F9). The results of analysis of variance indicated that the effects of application of different chemical fertilizer levels along with biological fertilizers were significant on photosynthetic pigments and fruit performance per area. Comparison of means showed significant superiority of combination of biological and chemical fertilizers compared to separate application of these fertilizers. The highest concentration of chlorophyll a (30.66 mg/gr.fw) and leaf carotenoids (8.91 mg/gr.fw) were obtained in F3 and F4 treatments, respectively. The highest fruit yield was obtained in F4 treatment, showing an increase of 25.33 percent compared to control treatment. The effects of fertilizer treatments were highly significant on production of carnitine, so that the lowest and highest content were obtained in F3 treatment (0.93 mg/gr.dw) and F7 treatment (3.42 mg/gr.dw), respectively. Results of this research showed that application of biological fertilizers including nitroxin and fertile phosphate 2 in combination with 75 and 50 percent of chemical fertilizer had a positive effect on improvement of physiological traits and fruit performance of Karela. Therefore, instead of continuous use of fertilizers, steps could be taken towards sustainable agriculture by optimizing the use of biological inputs.

Keywords: Karela (*Momordica charantia* L.), biological fertilizer, fruit, chlorophyll, carantin.