

تأثیر کود نیتروژن و محلول پاشی بور بر عملکرد کمی و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه دارویی کارلا (*Momordica charantia* L.)

علی حسن زاده^۱، مصطفی حیدری^{۲*}، حسن خوش قلب^۳ و حسن قربانی قوژدی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، ایران

۲- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، ایران، پست الکترونیک: Haydari2005@gmail.com

۳- استادیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، ایران

۴- مربی، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، ایران

تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۴

تاریخ اصلاح نهایی: شهریور ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۴

چکیده

به منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن و محلول پاشی بور بر برخی صفات کمی و فیزیولوژیکی گیاه کارلا (*Momordica charantia* L.)، آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۲ در دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح کود نیتروژن ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره به عنوان عامل اول و چهار سطح محلول پاشی بور شامل: صفر، یک، دو و سه گرم در لیتر از منبع اسید بوریک به عنوان عامل دوم بودند. صفات اندازه‌گیری شده در این تحقیق شامل طول و قطر میوه، عملکرد میوه، کلروفیل a، b و کاروتنوئید، میزان قند و نیترات میوه و فعالیت آنزیم نیترات ریدوکتاز بودند. نتایج نشان داد که اثر کود نیتروژن بر همه صفات اندازه‌گیری شده بجز قطر میوه معنی‌دار بود. محلول پاشی بور بر عملکرد میوه و کلروفیل b ($P < 0.05$)، قند میوه و نیترات برگ و میوه ($P < 0.01$) تأثیر معنی‌دار داشت. همچنین اثر متقابل نیتروژن و بور بر عملکرد میوه و نیترات برگ معنی‌دار شد. مقایسه میانگین صفت عملکرد میوه نشان داد که بیشترین عملکرد میوه در سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و محلول پاشی ۲ گرم بور در لیتر بور حاصل شد. نتایج نشان داد که بیشترین میزان نیترات در بافت برگ و میوه در سطح ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن حاصل شد. به طور کلی نتایج نشان داد که بهترین تیمار برای بدست آوردن حداکثر عملکرد و کیفیت میوه، استفاده از ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به همراه محلول پاشی دو گرم در لیتر بوریک اسید بود.

واژه‌های کلیدی: آنزیم نیترات ریدوکتاز، عملکرد میوه، کارلا (*Momordica charantia* L.)، کلروفیل، نیترات.

مقدمه

شرق هندوستان، جنوب چین و نواحی مرکزی آفریقا است. اعتقاد بر این است که هنگام تجارت بردگان از آفریقا به برزیل انتقال داده شده و با توجه به اهمیت دارویی آن در سایر نقاط دنیا گسترش یافته است. امروزه انواعی از ارقام

کارلا با نام انگلیسی Biter gourd و نام علمی *Momordica charantia* L. گیاهی یک‌ساله و علفی از خانواده کدوئیان (*Cucurbitaceae*) است. مبدأ این گیاه

وحشی و اهلی آن در مناطق گرمسیری پراکنده شده است. تاکنون هیچ منبعی در مورد وجود آن در ایران ارائه نشده است، اما اخیراً تولید آن در مناطق گرمسیری کشور همانند سیستان و بلوچستان، هرمزگان و بوشهر تا حدی رواج یافته است (Heidari & Mobasri-Moghadam, 2012). کلیه اندام‌های گیاه از قبیل ریشه، ساقه، برگ و میوه مصرف دارویی داشته و به دلیل داشتن آکالوئید موموردیسیین تلخ مزه می‌باشند. میوه‌های این گیاه همچنین غنی از ویتامین A، ویتامین C و آهن بوده و سرشار از پلی‌پیتید، انسولین و کارانتین می‌باشد که در کاهش قند خون مؤثرند. از میوه‌های رسیده این گیاه برای درمان دیابت استفاده می‌شود. همچنین میوه کارلا دارای خاصیت ضدسرطانی، به ویژه سرطان خون است (Tori-Hudson, 2007).

از بین سه عنصر پرمصرف در تولید گیاهان زراعی و باغی، نیتروژن به بیشترین میزان مورد نیاز است. نیتروژن موجب تحریک رشد، افزایش در تعداد و اندازه برگ‌ها، تسریع در بلوغ محصولات و نیز تحریک توسعه میوه و بذرها می‌شود. نیتروژن همچنین از اجزای تشکیل‌دهنده آمینواسیدها است و در ساختمان کلروفیل و سیتوکروم‌ها نیز نقش دارد (Baranauskienne et al., 2003). نیاز گیاهان به این عنصر متفاوت است. گیاهانی که دارای رشد رویشی زیادی هستند مقدار زیادی نیتروژن را در بافت خود جمع می‌کنند (Neši et al., 2008). مقادیر بالای کوددهی نیتروژن می‌تواند منجر به تجمع نیترات (NO_3^-) در گیاهان و خاک شود (Hannaway & Shuler, 1993).

نیترات در سیتوسول و کلروپلاست برگ‌ها توسط چرخه سنتز گلوتامات و در دو مرحله متوالی به وسیله آنزیم‌های نیترات و نیتريت ردوکتاز کاتالیز و تبدیل به آمونیوم می‌شود (Stitt et al., 2002). آمونیوم حاصل می‌تواند تبدیل به آمینواسید، پروتئین، متابولیت‌های ثانویه و سایر ترکیب‌های نیتروژنه شود (Cabello et al., 2004). در یک آزمایش مزرع‌ای مشخص شد با افزایش مصرف نیتروژن از ۱۰۰ به ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در خیار افزایش می‌یابد (Manuel-Ruiz & Romero, 1999). در آزمایش دیگری افزایش کوددهی نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار در طول ساقه‌ها، تعداد و سطح برگ‌ها، تعداد ساقه‌های جانبی و نیز میزان میوه تولیدی در خیار شد (Lawal, 2000). Niyokuri و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن (۰، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) بر رشد و عملکرد کدوی طبی گزارش کردند که مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار باعث بیشترین عملکرد خیار سبز می‌شود.

Heidari و Mobasri-Moghadam (۲۰۱۲) گزارش کردند که زمان و مقدار مصرف کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر رشد و عملکرد تولیدی در گیاه کارلا دارد. آنان بیان کردند که بیشترین میزان عملکرد کارلا با مصرف ۲۲۵ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار و با تقسیط ۱/۲ نیتروژن در مرحله ۳ تا ۴ برگی و ۱/۲ بقیه در مرحله شروع میوه‌دهی بدست می‌آید. همچنین Aroiee و Omidbaigi (۲۰۰۲) گزارش کردند که کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در گیاه کدوتبیل به‌طور معنی‌داری سبب افزایش میزان تولید محصول و کلروفیل برگ‌ها می‌شود و نیز مشخص شد که کلروفیل در مرحله گل‌دهی گیاهان به‌طور مستقیم با میزان نیتروژن ارتباط دارد. همچنین مشخص شده با افزایش کود نیتروژن، میزان تجمع نیترات در برگ‌های اسفناج و کلم افزایش می‌یابد (Wang & Li, 2004; Guvenc, 2002).

هدف از مصرف عناصر ریزمغذی در گیاهان، افزایش عملکرد محصول و ارتقاء ویژگی‌های کیفی محصولات کشاورزی می‌باشد (ملکوتی و تهرانی، ۱۳۷۸). بور یکی از عناصر کم‌مصرف است که در دیواره‌های سلولی و نیز در تکامل آوند چوبی نقش دارد. این عنصر برای اتصال بین ترکیب‌های پکتینی، پروتئین‌ها و دیواره سلول لازم است (Brown et al., 2002). بور نقش مهمی در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و ربیونوکلوئیک اسیدها دارد. همچنین گزارش شده است، کمبود بور سبب کاهش شدید در میزان نیترات و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز و افزایش میزان کربوهیدرات برگ‌های گیاه توتون می‌شود (Camacho-Cristóbal & González-Fontes, 1999). از طرف دیگر، مصرف بیش از

مقادیر مختلف کود نیتروژن و محلول پاشی بور بر عملکرد کمی، رنگدانه‌های فتوسنتزی، میزان نیترات و آنزیم نیترات ردوکتاز در گیاه دارویی کارلا انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در تابستان ۱۳۹۲ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود، واقع در منطقه بسطام با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه شرقی و ارتفاع ۱۳۲۵ متر از سطح دریا انجام شد. متوسط بارندگی سالانه منطقه ۱۵۵ میلی‌متر، متوسط حداقل و حداکثر دمای سالانه آن به ترتیب ۱/۵- و ۳۳/۱ سانتی‌گراد و از لحاظ اقلیمی جزء مناطق سرد و خشک به‌شمار می‌رود. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری) قبل از کاشت در جدول ۱ ارائه شد.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح نیتروژن: ۷۵ (N₁)، ۱۵۰ (N₂) و ۲۲۵ (N₃) کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره به‌عنوان عامل اول و سه سطح محلول پاشی بور شامل صفر (B₀)، یک (B₁)، دو (B₂) و سه گرم در لیتر (B₃) از منبع اسید بوریک به‌عنوان عامل دوم بودند.

تیمار کودی نیتروژن در سه مرحله زمان کاشت، اوایل گلدهی و اوایل میوه‌دهی در اختیار گیاهان قرار داده شد و محلول پاشی بور نیز در سه نوبت قبل از گلدهی، زمان گلدهی و زمان تشکیل میوه بر گیاهان اعمال شد. قطعه زمین مورد نظر برای این طرح توسط گاواهن برگردان‌دار شخم، سپس برای نرم کردن کلوخه‌ها دو بار دیسک زده شد. قطعه آزمایشی با استفاده از گچ خط‌کشی و بعد نهرها ایجاد شدند.

حد بور سبب مسمومیت گیاه می‌شود (Bergmann, 1992). بنابراین مشخص کردن محدوده مناسبی از غلظت این عنصر که نه کمبود و نه سمیت آن بوجود آید، ضرورت دارد.

در یک آزمایش مزرعه‌ای کاربرد محلول پاشی و کوددهی خاکی بور موجب افزایش وزن خشک ریشه‌ها، جذب و افزایش غلظت نیتروژن، پتاسیم، کلسیم و بور در بافت گیاهی، افزایش میوه‌دهی، عمر انباری و عملکرد کل در گوجه‌فرنگی شد (Davis et al., 2003). همچنین در بررسی اثر مقادیر مختلف اسید بوریک (H₃BO₃) بر برخی خصوصیات گیاه ماش، گزارش شد که بیشترین میزان کلروفیل و کاروتنوئید در تیمار چهار میکروگرم در گرم خاک حاصل شد (Seth & Aery, 2014). در آزمایشی بر روی گیاه تنباکو مشخص شد که تیمار دو و پنج میکرومول بور نسبت به شاهد موجب افزایش میزان نیترات در بافت گیاه می‌شود. کاهش میزان نیترات در گیاهان دچار کمبود بور احتمالاً می‌تواند به دلیل افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز و یا کاهش جذب نیترات توسط ریشه باشد (Matas et al., 2009). در آزمایش دیگری ثابت شده است، کوددهی گیاهان کارلا با بور موجب افزایش عملکرد، میزان پروتئین، ویتامین C و ۱۷ نوع اسیدآمین که بیشتر آنها برای بدن انسان ضروری می‌باشند، می‌شود، اما موجب کاهش میزان نیترات می‌شود (Shi & Cheng, 2004).

با توجه به اهمیت و نقش نیتروژن و بور در تغذیه گیاهان به‌ویژه خانواده کدوئیان و نیز با توجه به مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی حاوی نیتروژن که خطر آلودگی محصول و آب‌های زیرزمینی را به همراه دارد؛ از این رو به‌منظور تعیین بهترین تیمار کودی نیتروژن و تأثیر بور بر گیاه کارلا در منطقه شاهرود، آزمایشی با هدف بررسی تأثیر

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

هدایت الکتریکی (ds/m)	pH	رس	شن (%)	سیلت	نیتروژن (%)	فسفر	پتاسیم (ppm)	بور	بافت خاک
۱/۸۱	۷/۶۷	۳۸	۲۷	۳۵	۰/۱۱	۱۹	۲۰۱	۷	لوم رسی

نگهداری شد تا سرد شود. سپس مقدار جذب آنها در طول موج ۴۱۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد و با رسم منحنی برای محلول‌های استاندارد، غلظت نیترات در عصاره تعیین شد (Cataldo et al., 1975).

برای سنجش آنزیم نیترات ردوکتاز از روش Sym (۱۹۸۴) استفاده شد؛ برای این کار ۵ میلی‌لیتر از محلول انکوباسیون (غلظت نیترات پتاسیم در آن ۱۵۰ میلی‌مولار، پروبانول ۳٪ حجمی و تامپون فسفات ۱۰۰ میلی‌مولار باشد) در لوله آزمایش ریخته شد و بعد یک گرم نمونه گیاهی ساییده شده به محلول اضافه شد. لوله‌ها در آون در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت قرار داده شد، سپس لوله‌ها از آون خارج و محلول صاف گردید. در نهایت ۲ میلی‌لیتر از محلول درون لوله آزمایش برداشته شد و به ترتیب یک میلی‌لیتر محلول گریس ۱ (حل کردن ۰/۵ گرم اسید سولفانیلید در ۵۰ میلی‌لیتر و رساندن حجم آن به ۱۰۰ میلی‌لیتر) و گریس ۲ (حل کردن ۰/۲ گرم آلفانفتیلامین در ۵۰ میلی‌لیتر اسید استیک و رساندن حجم آن به ۱۰۰ میلی‌لیتر) به آن افزوده شد و میزان جذب نور عصاره حاصل با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شد. برای یافتن غلظت نیتريت حاصل از احیاء نیترات تحت تأثیر آنزیم نیترات ردوکتاز، غلظت‌های متفاوتی از نیتريت سدیم برای ترسیم منحنی استاندارد استفاده شد، سپس رابطه خطی تعیین و میزان فعالیت آنزیم برحسب میکرومول نیتريت آزاد شده بر گرم وزن تر در ساعت محاسبه شد.

در نهایت، داده‌های بدست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه آماری و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام شد. همچنین مقایسه میانگین‌ها بین اثرات متقابل با استفاده از نرم‌افزار MSTATc انجام شد.

نتایج

عملکرد محصول، طول و قطر میوه

نتایج تجزیه آماری داده‌ها در جدول ۲ نشان داد که سطوح مختلف کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری در سطح

واحدهای آزمایشی شامل دو ردیف جوی به طول چهار متر، فاصله بین ردیف‌ها ۲/۵ متر، فاصله بوته‌ها روی ردیف ۹۰ سانتی‌متر و فاصله دو کرت مجاور ۱/۵ متر و در مجموع ۲۰ بوته در هر کرت به صورت نم‌کاری کشت شد. عمق کاشت بذر ۵-۳ سانتی‌متر بود و در هر گوده سه بذر کشت شد. بذر ۱۰-۷ روز سبز شدند و پس از چند روز عملیات واکاری انجام شد و پس از تقریباً ۲۵ روز عمل تنک بوته‌ها انجام شد و در هر محل یک بوته نگه‌داشته شد. طی دوره رشد و نمو گیاه آبیاری به‌طور مرتب هر هفت روز انجام شد. همچنین وجین علف‌های هرز و سله‌شکنی در چند مرحله انجام گردید. پس از اعمال آخرین تیمار و شروع باردهی گیاهان، چهار بوته از وسط هر کرت انتخاب و برداشت میوه در طی فصل رشد در چند چین انجام شد. در نهایت میوه‌های برداشت شده از هر بوته توزین و میزان عملکرد در بوته و هکتار محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری طول و قطر میوه‌ها از کولیس و خطکش استفاده شد.

برای اندازه‌گیری میزان کاروتنوئید و کلروفیل برگ‌ها در مرحله میوه‌دهی از روش Arnon (۱۹۴۹) استفاده شد؛ همچنین برای اندازه‌گیری قندهای محلول در این محله از روش Dubois و همکاران (۱۹۵۶) استفاده گردید. در مرحله باردهی گیاهان نمونه‌های برگ و میوه تهیه شد و پس از قرار دادن در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت، نمونه‌های خشک شده آسیاب شد. برای اندازه‌گیری نیترات از روش اسید سولفوسالیسیلیک-سود استفاده شد؛ بدین‌منظور ۰/۱ گرم ماده خشک گیاهی توزین و در ارلن مایر ۱۲۵ میلی‌لیتر ریخته شد و ۲۵ میلی‌لیتر آب داغ ۹۰ درجه سانتی‌گراد به آن افزوده شد. پس از ۳۰ دقیقه تکان دادن با شیکر، مخلوط توسط کاغذ صافی شماره ۵۴۰ صاف گردید. ۰/۲ میلی‌لیتر از عصاره حاصل درون قوطی‌های پلاستیکی ریخته شد و ۰/۸ میلی‌لیتر اسید سولفوسالیسیلیک ۵٪ (تهیه‌شده از حل شدن پنج گرم اسید سالیسیلیک در ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ) اضافه شده و به هم زده شد، پس از ۲۰ دقیقه نگهداری در دمای اتاق به آن ۱۹ میلی‌لیتر سود (NaOH) دو نرمال اضافه شد و یک ساعت در دمای اتاق

مقایسه میانگین بین سطوح مختلف تیمار نیتروژن نشان داد که بیشترین میزان قند میوه مربوط به تیمار N_2 ($1/13$) میلی گرم گلوکز در گرم وزن تر) می باشد و پس از آن به ترتیب تیمارهای N_1 ($1/09$) میلی گرم گلوکز در گرم وزن تر) و N_3 ($1/06$) میلی گرم گلوکز در گرم وزن تر) دارای مقدار کمتری قند محلول در بافت میوه هستند (جدول ۳).

تجزیه آماری داده ها نشان داد در بین رنگ دانه های فتوسنتزی، عنصر بور تنها تأثیر معنی داری در سطح 1% بر میزان کلروفیل b داشت. مقایسه میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل b مربوط به تیمار 2 گرم بور در لیتر بود (جدول ۳). همچنین نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین میزان قند در بافت میوه مربوط به تیمار 2 گرم در لیتر ($1/13$) میلی گرم گلوکز در گرم وزن تر) و کمترین مقدار مربوط به تیمار 1 گرم در لیتر ($1/06$) میلی گرم گلوکز در گرم وزن تر) می باشد.

میزان نیترات و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز برگ و میوه تجزیه واریانس نتایج بدست آمده نشان داد، نیتروژن تأثیر معنی داری در سطح احتمال 1% بر میزان نیترات میوه، برگ و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز برگ داشت. محلول پاشی بور بر میزان نیترات برگ و میوه در سطح احتمال 5% تأثیر معنی داری داشت. همچنین نتایج نشان داد، اثر متقابل نیتروژن و بور تأثیر معنی داری در سطح 5% بر میزان نیترات برگ داشت.

مقایسه میانگین اثرات متقابل نیتروژن و بور نشان داد که بیشترین میزان تجمع نیترات در برگ ها به میزان $48/35$ میلی گرم در کیلوگرم مربوط به تیمار N_3B_2 و کمترین آن با میزان $46/41$ میلی گرم در کیلوگرم مربوط به تیمار N_1B_1 می باشد (شکل ۲). مقایسه میانگین داده ها براساس آزمون چند دامنه ای دانکن بین سطوح مختلف نیتروژن نشان داد که بیشترین میزان نیترات در میوه مربوط به تیمار N_3 به مقدار $34/64$ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک بود و پس از آن به ترتیب تیمارهای N_2 و N_1 با $33/97$ و $33/94$ میلی گرم در کیلوگرم، دارای میزان کمتری نیترات در بافت میوه بودند

احتمال 1% بر عملکرد و طول میوه بجز قطر میوه داشت. در این میان محلول پاشی عنصر بور و اثر متقابل کود نیتروژن و بور تنها دارای تأثیر معنی دار بر عملکرد محصول بودند و بر طول و قطر میوه از تأثیر معنی داری برخوردار نبودند. مقایسه میانگین های اثرات متقابل نیتروژن و بور نشان داد که تیمار N_2B_2 (150) کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به همراه محلول پاشی 2 گرم بور در لیتر) با متوسط عملکرد $17/85$ تن در هکتار دارای بیشترین مقدار عملکرد میوه تولیدی در سطح هکتار بود. در این بین کمترین عملکرد میوه از تیمار N_1B_0 با $9/3$ تن در هکتار حاصل شد (شکل ۱). مقایسه میانگین داده ها برای صفت طول میوه نشان داد که بیشترین طول میوه ($20/89$ سانتی متر) گیاه کارلا با مصرف 150 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار حاصل شد و با افزایش میزان مصرف (225 کیلوگرم نیتروژن در هکتار) از طول میوه کاسته شد (جدول ۳).

مقادیر رنگدانه های فتوسنتزی و قند محلول

نتایج تجزیه آماری داده ها در جدول ۲ نشان داد که تیمار کود نیتروژن تأثیر معنی داری بر میزان رنگدانه های فتوسنتزی کلروفیل a ، کلروفیل b و کاروتنوئید برگ و میزان قند محلول میوه گیاه کارلا داشت. محلول پاشی عنصر بور بجز میزان کلروفیل b و قند محلول تأثیر معنی داری بر سایر رنگدانه های فتوسنتزی نداشت. مقایسه میانگین های سطوح کود نیتروژن نشان داد که کمترین میزان کلروفیل a مربوط به تیمار N_1 ($16/57$) میلی گرم در گرم وزن تر) و تیمارهای N_2 ($18/68$) میلی گرم در گرم وزن تر) و N_3 ($18/64$) میلی گرم در گرم وزن تر) دارای بالاترین مقادیر کلروفیل a بودند اما از لحاظ آماری در یک گروه قرار گرفتند. نتایج مقایسه میانگین داده ها همچنین نشان داد که کمترین مقادیر کلروفیل b و کاروتنوئید مربوط به تیمار کودی N_1 و بیشترین میزان کلروفیل b ($16/7$) میلی گرم در گرم وزن تر) و کاروتنوئید ($16/88$) میلی گرم در گرم وزن تر) مربوط به تیمار N_2 بود ولی با افزایش سطح کود به 225 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از مقادیر این دو رنگدانه کاسته شد (جدول ۳).

احتمالاً در این آزمایش به این دلیل باشد که مصرف زیاد نیتروژن، با تحریک رشد رویشی اندام‌های هوایی گیاه، باعث تأخیر در آغاز فرایند ذخیره‌سازی و یا کاهش میزان ذخیره‌سازی مواد ساخته شده در فتوسنتز در اندام‌های ذخیره‌ای شده، در نتیجه تشکیل میوه را به تأخیر می‌اندازد و باعث دیررسی محصول شده، که در نهایت اُفت عملکرد را به دنبال دارد (خلدبرین و اسلام‌زاده، ۱۳۸۲). نتایج بدست‌آمده در این آزمایش نشان داد که افزایش میزان کود نیتروژن مصرفی موجب افزایش غلظت نیترات و آنزیم نیترات ردوکتاز در برگ و میوه گیاه کارلا شده‌است. در آزمایشی به‌منظور بررسی تأثیر کوددهی نیتروژن بر رشد و تجمع نیترات در کاهو گزارش شد که افزایش میزان کوددهی از صفر تا ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش نیترات در برگ‌های گیاه کاهو می‌شود (Liu et al., 2014). تجمع نیترات در گیاهان یک پدیده طبیعی بوده و هنگامی رخ می‌دهد که سرعت جذب نیترات در گیاه بیشتر از سرعت احیاء و متابولیسم آن باشد. متابولیسم نیترات در گیاهان تحت تأثیر فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز بوده و فعالیت این آنزیم نیز تحت تأثیر مواد معدنی می‌باشد. بعلاوه اینکه مطالعات روی گیاهان آلی نشان می‌دهد که نیترات اولین فاکتور تنظیم‌کننده میزان و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز است. در گیاهان آلی بین نیترات و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز رابطه نزدیکی وجود دارد (Kaiser et al., 1999). در بررسی تنظیمات بیان ژن‌های آنزیم نیترات ردوکتاز در گیاه دارویی رازیانه مشخص شد که عرضه نیتروژن به میزان کم موجب افزایش جذب و احیاء نیترات و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در گیاهان می‌شود. ولی با عرضه بیش از حد نیتروژن به گیاهان متابولیسم نیترات، به دلیل بازدارندگی آنزیم‌های مسیر بیوسنتزی، کاهش می‌یابد (Sharifi-Rad et al., 2013).

و در یک گروه قرار داشتند. همچنین مقایسه میانگین‌های سطوح مختلف نیتروژن نشان داد که کمترین میزان فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز به میزان ۰/۶۶۲ میکرومول نیتريت آزاد شده در گرم وزن تر در ساعت مربوط به تیمار N_1 بود و بیشترین مقدار آن مربوط به تیمارهای N_2 با ۰/۶۷۴ میکرومول و N_3 با ۰/۶۸۱ میکرومول بود که به لحاظ آماری در یک گروه قرار داشتند.

مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ بین سطوح مختلف بور نشان داد که تیمار شاهد (B_0) دارای کمترین میزان تجمع نیترات (۳۳/۸۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) و تیمار ۲ گرم در لیتر دارای بیشترین میزان نیترات در بافت میوه (۳۴/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) می‌باشد (جدول ۳).

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که سطوح مختلف کود نیتروژن به‌ویژه سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (N_2) نقش مؤثری بر افزایش صفاتی مانند طول میوه، رنگدانه‌های فتوسنتزی، قند میوه، نیترات، فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز و به‌ویژه عملکرد میوه داشته است (جدول ۲). اثرات مثبت کوددهی نیتروژن احتمالاً به دلیل اهمیت نقش فیزیولوژیکی آن در ساختار مولکول پورفیرین (porphyrin) است؛ زیرا این مولکول در ساختارهای مهم متابولیکی مثل کلروفیل و سیتوکروم یافت می‌شود که برای فتوسنتز و تنفس ضروری هستند. همچنین نیتروژن برای سنتز آنزیم‌ها و پروتئین‌ها ضروریست. کاربرد بهینه نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی، اندام‌های سبزینه‌ای و عملکرد گیاه می‌شود. همچنین نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج بدست‌آمده از تحقیق دیگران به‌ویژه بر روی کارلا (Heidari & Mobasri-Moghadam, 2012)، کدوی طبی (Niyokuri et al., 2013) و خیار (Yang et al., 2013) مطابقت دارد. کاهش عملکرد در سطح N_3

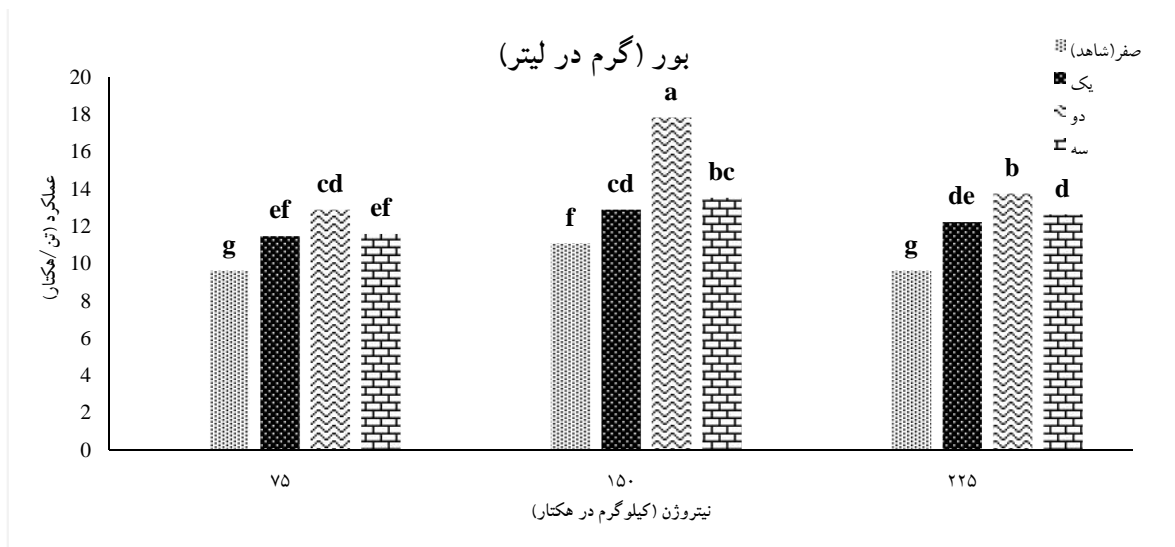
جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در گیاه کارلا

صفات										درجه آزادی	منابع تغییرات
آنزیم نیترات ردوکتاز	نیترات برگ	نیترات میوه	قند کل میوه	کاروتنوئید	کلروفیل b	کلروفیل a	عملکرد میوه	قطر میوه	طول میوه		
۰/۰۰۴ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۸ ns	۲۲/۵ *	۷/۲۲ ns	۲۲/۹۱ *	۳۱۶۵۴ **	۰/۲ ns	۲۰/۰۱ ns	۲	بلوک
۰/۱۱۱ *	۰/۰۳ *	۰/۰۰۳ **	۰/۰۱۳ **	۲۵/۶ *	۹۳/۵۷ **	۱۷/۵۳ *	۲۰۱۴۶۴ **	۰/۰۴ ns	۴۹/۰۳ **	۲	نیتروژن
۰/۰۰۴ ns	۰/۰۲ *	۰/۰۰۲ *	۰/۰۱ *	۴/۱ ns	۳۳/۴۸ **	۱/۹۲ ns	۳۵۲۷۷۷ **	۰/۲۵ ns	۶/۱۶ ns	۳	بور
۰/۰۰۱ ns	۰/۰۲ *	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۵ ns	۶/۷ ns	۶/۲۲ ns	۳/۹۱ ns	۲۵۹۲۴ **	۰/۲۴ ns	۲/۸۷ ns	۶	نیتروژن×بور
۰/۰۱۴	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۶/۳	۶/۱۳	۴/۵۹	۲۴۶۴/۷۴	۰/۳۵	۶/۱	۲۲	خطای آزمایش
۱/۷۷	۰/۶۵	۱/۳۲	۴/۵۲	۱۶/۵	۱۷/۶	۱۱/۹۲	۳/۹۹	۱۵/۱۶	۱۳/۲		ضریب تغییرات

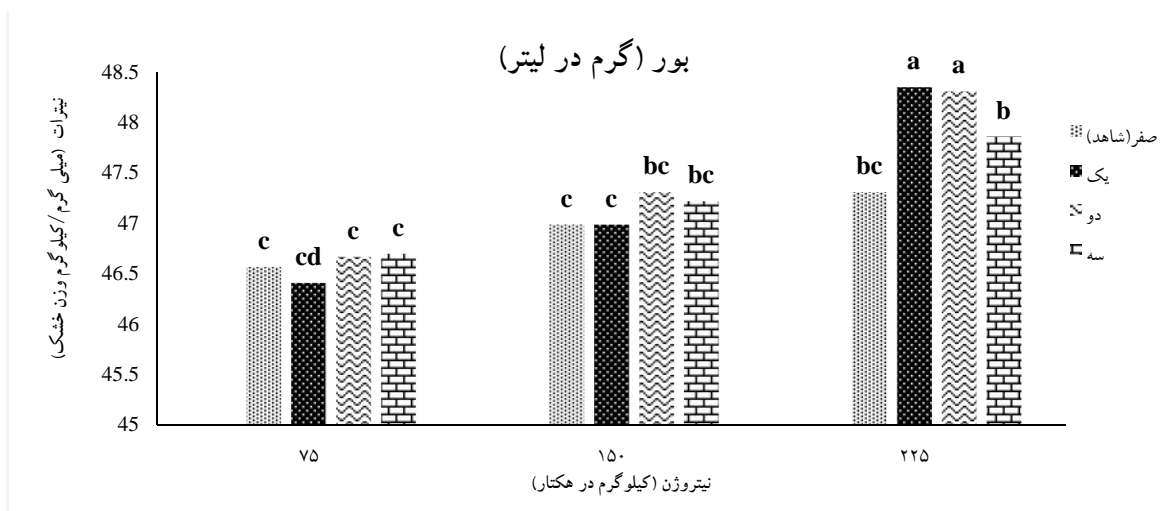
ns. * و **: به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثر تیمارها بر صفات مورد مطالعه گیاه کارلا

صفات										تیمار
آنزیم NR (μmol/g)	نیترات برگ (mg/kg)	نیترات میوه (mg/kg)	قند کل میوه (mg/g)	کاروتنوئید (mg/g)	کلروفیل b (mg/g)	کلروفیل a (mg/g)	عملکرد میوه (t/ha)	قطر میوه (cm)	طول میوه (cm)	
نیتروژن (kg/ha)										
۰/۶۶۲ b	۴۶/۵۸ c	۳۳/۹۴ b	۱/۰۹ ab	۱۴/۶۹ b	۱۰/۸۸ b	۱۶/۵۷ b	۱۱/۳۳ c	۳/۹۶ a	۱۶/۹ b	(N1) ۷۵
۰/۶۷۴ a	۴۷/۱۳ b	۳۳/۹۷ b	۱/۱۳ a	۱۶/۸۸ a	۱۶/۰۷ a	۱۸/۶۸ a	۱۳/۸۵ a	۳/۸۹ a	۲۰/۸۹ a	(N2) ۱۵۰
۰/۶۸۱ a	۴۷/۹۶ a	۳۴/۶۴ a	۱/۰۶ b	۱۴/۱۱ b	۱۵/۲۶ a	۱۸/۶۴ a	۱۲/۰۷ b	۳/۸۴ a	۱۸/۳۳ b	(N3) ۲۲۵
بور (gr/1000)										
۰/۶۶۲ b	۴۶/۹۶ b	۳۳/۸۱ b	۱/۰۸ bc	۱۵/۶۳ a	۱۲/۵۴ b	۱۷/۳۹ a	۱۰/۰۱ c	۴/۱۴ a	۱۷/۴۹ a	(B0) ۰
۰/۶۷۶ a	۴۷/۲۵ ab	۳۴/۱ ab	۱/۰۶ c	۱۴/۲۸ a	۱۳/۴۷ b	۱۷/۷۹ a	۱۲/۲۲ b	۳/۷۹ a	۱۹/۲۸ a	(B1) ۱
۰/۶۷۷ a	۴۷/۴۳ a	۳۴/۵ a	۱/۱۳ a	۱۵/۲۲ a	۱۶/۸۹ a	۱۸/۳۹ a	۱۴/۸۴ a	۳/۸۵ a	۱۹/۱۷ a	(B2) ۲
۰/۶۷۵ a	۴۷/۲۶ ab	۳۴/۴۳ ab	۱/۱۲ ab	۱۵/۷۸ a	۱۳/۳۶ b	۱۸/۲۸ a	۱۲/۶ b	۳/۸۰ a	۱۸/۸۹ a	(B3) ۳



شکل ۱- اثر متقابل نیتروژن و بور بر عملکرد میوه کارلا



شکل ۲- اثر متقابل نیتروژن و بور بر میزان نیترات برگ‌های گیاه کارلا

فعالیت آنزیمی، صدمه به پروتوپلاسم سلولی و در نتیجه کاهش انتقال و قابلیت استفاده قندها و مواد حاصل از فتوسنتز می‌باشد (Ben-Gal & Shani, 2002). یافته‌های این تحقیق با نتایج سایر محققان مطابقت دارد. نتایج یک تحقیق نشان داد که تغذیه برگی انگور با بور، میزان قند و pH کل را در تیمارها نسبت به شاهد افزایش می‌دهد. این افزایش می‌تواند به دلیل نقش بور در انتقال قندها به میوه در زمان نمو آن باشد (Singh & Usha, 2001). افزایش نیترات، با افزایش سطح بور تا میزان ۲ گرم در لیتر احتمالاً مربوط به نقش مثبت بور در جذب نیترات می‌باشد.

در این آزمایش محلول پاشی بور موجب افزایش عملکرد میوه، کلروفیل، قند میوه، نیترات و آنزیم نیترات ردوکتاز در برگ و میوه کارلا شد (جدول ۲). همچنین بور با افزایش تعداد گل و میوه، بهبود تقسیم سلولی، سنتز اسیدهای نوکلئیک، جوانه‌زنی دانه گرده، رشد لوله گرده و طول عمر تخمک، باعث افزایش عملکرد در گیاه نمی‌شود (Marschner & Rimmington, 1996). کاهش میزان کلروفیل و قند میوه و در نتیجه عملکرد در سطح ۳ گرم در لیتر بور احتمالاً ناشی از سمیت گیاه با این عنصر می‌باشد که احتمالاً به دلیل کاهش

منابع مورد استفاده

- خلدبرین، ب. و اسلامزاده، ط.، ۱۳۸۲. تغذیه معدنی گیاهان عالی. انتشارات دانشگاه شیراز، ۲۲۹ صفحه.
- ملکوتی، م.ج. و تهرانی، م.م.، ۱۳۷۸. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ۳۹۸ صفحه.
- Adiloglu, A. and Adiloglu, S., 2006. The effect of boron (B) application on the growth and nutrient contents of maize in zinc (Zn) deficient soil. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 12: 387-392.
- Arnon, D.I., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant physiology*, 24: 1-15.
- Aroiee, H. and Omidbaigi, R., 2002. Effects of nitrogen fertilizer on productivity of medicinal pumpkin. *Acta Horticulturae*, 629: 415-419.
- Baranauskienė, R., Venskutonis, P.R., Viskelis, P. and Dambrausienė, E., 2003. Influence of nitrogen fertilizer on the yield and composition of thyme (*Thymus vulgaris*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(26): 7751-7758.
- Ben-Gal, A. and Shani, U., 2002. Yield, transpiration and growth of tomatoes under combined excess boron and salinity stress. *Plant and Soil*, 247(2): 211-221.
- Bergmann, W., 1992. *Nutritional Disorders of Plants: Development, Visual and Analytical Diagnosis*. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, New York, 741p.
- Brown, P., Bellaloui, N., Wimmer, M.A., Bassil, E.S., Ruiz, J., Hu, H., Pfeffer, H., Dannel, F. and Römheld, V., 2002. Boron in plant biology. *Plant Biology*, 4(2): 205-223.
- Cabello, P., Roldán, M.D. and Moreno-Vivián, C., 2004. Nitrate reduction and the nitrogen cycle in archaea. *Microbiology*, 150: 3527-3546.
- Camacho-Cristóbal, J.J. and González-Fontes, A., 1999. Boron deficiency causes a drastic decrease in nitrate content and nitrate reductase activity, and increases the content of carbohydrates in leaves from tobacco plants. *Planta*, 209(4): 528-536.
- Camacho-Cristóbal, J.J. and González-Fontes, A., 2007. Boron deficiency decreases plasmalemma H⁺-ATPase expression and nitrate uptake, and promotes ammonium assimilation into asparagine in tobacco roots. *Planta*, 226: 443-445.
- Cataldo, D.A., Maroon, M., Schrader, L.E. and Youngs, V.L., 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications in Soil Science & Plant Analysis*, 6: 71-80.
- گزارش شده که میزان تجمع نیترات در برگ‌ها و ریشه‌های گیاهان تنباکویی که کمبود بور داشتند به ترتیب ۵۲/۵٪ و ۴۰٪ کمتر از گیاهانی بود که با ۲ ppm و ۵ ppm بور تیمار شده بودند (Matas et al., 2009). بور احتمالاً با افزایش ATP-آز-پروتون غشاهای سلولی که نقش مؤثری در انتقال نیترات از طریق غشاهای سلول‌های ریشه دارند موجب افزایش نیترات در گیاه می‌شود. همچنین ثابت شده که کمبود بور در گیاهان موجب کاهش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز برگها، در طول روز می‌شود. با توجه به تأثیر مثبت محلول پاشی بور بر میزان نیترات به نظر می‌آید افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز با افزایش سطح بور به دلیل جذب بیشتر نیترات باشد (Camacho-Cristóbal & González-Fontes, 2007).
- تغذیه بور بر متابولیسم نیتروژن تأثیر مثبت دارد. به همین دلیل با افزایش سطوح بور در محلول غذایی، غلظت نیتروژن برگ افزایش یافت. همچنین بور موجب انتقال قندها و نیتروژن که در تمایز یابی جوانه‌ها نقش دارند می‌شود. البته افزایش غلظت نیتروژن در گیاه با افزایش سطوح بور در گیاه تنباکو (Lo'pez-Lefebvre et al., 2002)، ذرت (Adiloglu & Eraslan et al., 2006) و گوجه‌فرنگی و فلفل (Adiloglu., 2006) گزارش شده است.
- اثر متقابل تیمارها روی صفت عملکرد میوه نشان داد که برای رسیدن به حداکثر تولید در هکتار باید ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و محلول پاشی دو گرم در لیتر بور اعمال کرد. همچنین نتایج نشان داد که ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن موجب افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی، قند میوه و میزان نیترات و آنزیم نیترات ردوکتاز در گیاه می‌شود. با توجه به کلیه نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد در شرایط اقلیمی انجام این آزمایش، اگر محلول پاشی بور به میزان دو گرم در لیتر در سه مرحله انجام شود بالاترین میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی، قند و عملکرد محصول حاصل خواهد شد. همچنین نتایج حاصل نشان داد که تیمار محلول پاشی دو گرم در لیتر بور موجب افزایش میزان نیترات در بافت برگ و میوه می‌شود.

- Neši , Z., Tomi , Z., Krnjaja, V. and Tomaševi , D., 2008. Nitrates in plants and soil after fertilization of grass-legume mixtures. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 24: 95-104.
- Niyokuri, O., Rono, J., Fashaho, A. and Ogwenjo, J., 2013. Effect of different rates of nitrogen fertilizer on the growth and yield of Zucchini (*Cucurbita pepo* cv. Diamant L.) hybrid F1 in Rwandan high altitude zone. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5: 54-62.
- Seth, K. and Aery, N.C., 2014. Effect of Boron on the Contents of Chlorophyll, Carotenoid, Phenol and Soluble Leaf Protein in Mung Bean, (*Vigna radiata* L.) Wilczek. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 84(3): 713-719.
- Sharifi-Rad, J., Sharifi-Rad, M. and Miri, A., 2013. Regulation of the Expression of Nitrate Reductase Genes in Leaves of Medical Plant, *Foeniculum vulgare* by Different Nitrate Sources. *World Applied Sciences Journal*, 28: 1311-1315.
- Shi, M. and Cheng, R., 2004. Effects of zinc and boron nutrition on balsam pear (*Momordica charantia*) yield and quality, and polyamines, hormone, and senescence of its leaves. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 15(1): 77-80.
- Singh, B. and Usha, K., 2001. Effect of macro and micro-nutrient spray on fruit yield and quality of grape (*Vitis vinifera* L.) cv. Perlette. *International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants, Meran, Italy, 11-15 September: 197-202.*
- Stütt, M., Müller, C., Matt, P., Gibon, Y., Carillo, P., Morcuende, R., Scheible, W.R. and Krapp, A., 2002. Steps towards an integrated view of nitrogen metabolism. *Journal of Experimental Botany*, 53: 959-970.
- Sym, G.J., 1984. Optimisation of the in-vivo assay conditions for nitrate reductase in barley (*Hordeum vulgare* L. cv. Igri). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 35: 725-730.
- Tori-Hudson, N., 2007. Bitter Melon: A Review of Its Indications, Efficacy, and Safety. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 60: 356-359.
- Wang, Z. and Li, S., 2004. Effects of nitrogen and phosphorus fertilization on plant growth and nitrate accumulation in vegetables. *Journal of Plant Nutrition*, 27: 539-556.
- Yang, Z.O., Mei, X., Gao, F., Li, Y. and Guo, J., 2013. Effect of Different Nitrogen Fertilizer Types and Application Measures on Temporal and Spatial Variation of Soil Nitrate-Nitrogen at Cucumber Field. *Journal of Environmental Protection*, 4: 129-135.
- Davis, J.M., Sanders, D.C., Nelson, P.V., Lengnick, L. and Sperry, W.J., 2003. Boron improves growth, yield, quality, and nutrient content of tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128: 441-446.
- Dubois, M., Gilles, J., Hamilton, J., Rebers, P. and Smith, F., 1956. Pfizer flocon 4800 procedure-phenol/sulfuric acid method. *Analytical Chemistry*, 28: 350-352.
- Eraslan, F., Inal, A., Gunes, A. and Alpaslan, M., 2007. Boron toxicity alters nitrate reductase activity, proline accumulation, membrane permeability, and mineral constituents of tomato and pepper plants. *Journal of Plant Nutrition*, 30: 981-994.
- Guvenc, I., 2002. Effect of nitrogen fertilization on growth, yield and nitrogen contents of radishes. *Gartenbauwissenschaft*, 67: 23-27.
- Hannaway, D. and Shuler, P., 1993. Nitrogen fertilization in alfalfa production. *Journal of Production Agriculture*, 6: 80-85.
- Heidari, M. and Mobasri-Moghadam, M., 2012. Effect of rate and time of nitrogen application on fruit yield and accumulation of nutrient elements in *Momordica charantia*. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 11: 129-133.
- Kaiser, W., Weiner, H. and Huber, S., 1999. Nitrate reductase in higher plants: a case study for transduction of environmental stimuli into control of catalytic activity. *Physiologia Plantarum*, 105: 384-389.
- Lawal, A., 2000. Response of cucumber (*Cucumis sativa* L.) to intercropping with maize (*Zea mays* L.) and varying rate of FYM and inorganic fertilizer. Ph.D. dissertation, submitted to post graduate school, Ahmadu Bello University, Zaria, 267p.
- Liu, C.W., Sung, Y., Chen, B.C. and Lai, H.Y., 2014. Effects of Nitrogen Fertilizers on the Growth and Nitrate Content of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11: 4427-4440.
- Lo'pez-Lefebvre, L.R., Rivero, R.M., Garc'ia, P.C., Sa'nchez, E., Ruiz, J.M. and Romero, L., 2002. Boron effect on mineral nutrient of tobacco. *Journal of Plant Nutrition*, 25: 509-522.
- Manuel-Ruiz, J. and Romero, L., 1999. Cucumber yield and nitrogen metabolism in response to nitrogen supply. *Scientia Horticulturae*, 82: 309-316.
- Marschner, H. and Rimmington, G., 1996. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press London, 889p.
- Matas, M., González-Fontes, A. and Camacho-Cristóbal, J., 2009. Effect of boron supply on nitrate concentration and its reduction in roots and leaves of tobacco plants. *Biologia Plantarum*, 53: 120-124.

Effects of nitrogen and foliar application of boron on yield and some physiological characteristics in karela (*Momordica charantia* L.)

A. Hassanzadeh¹, M. Heidari^{2*}, H. Khoshghalb³ and H. Ghorbani Ghoghdi³

1- MSc. Student, School of Agricultural Engineering, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran

2*- Corresponding author, Agronomy and Plant Breeding Department, School of Agricultural Engineering, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran, E-mail: Haydari2005@gmail.com

3- School of Agricultural Engineering, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran

April: April 2015

Revised: September 2015

Accepted: September 2015

Abstract

In order to study the effect of different amounts of nitrogen fertilizer and foliar application of boron on some physiological traits in karela plants (*Momordica charantia* L.), a factorial experiment in a randomized complete block design with three replications was conducted at the Sharood University of Technology in 2013. The treatments consisted of three levels of nitrogen fertilizer: 75, 150 and 225 kg N.ha⁻¹ (urea source) as the first factor and four foliar applications of boron including: 0, 1, 2 and 3 g per liter of boric acid as the second factor. The traits measured in this study included the length and diameter of fruit, fruit yield, chlorophyll "a", "b", and carotenoids, the content of sugar nitrate and nitrate reductase enzyme activity. The results showed that, nitrogen fertilizer except diameter of fruit had significant effect on all of attribute traits. Foliar application of boron in this study had significant effect on fruit yield, the content of chlorophyll "b" ($P < 0.05$) in leaf, sugar and the amount of nitrate in leaf and fruit ($P < 0.01$). Interaction between nitrogen fertilizer and foliar application of boron had significant effect on fruit yield and leaf nitrate content. The results showed that the highest fruit yield was obtained at 150 kg N.ha⁻¹ and 2 g per liter of boron. In addition, the highest amount of nitrate in leaf and fruit tissues was obtained at 225 kg N. ha⁻¹ treatment. Finally, 150 kg N. ha⁻¹ fertilizer and 2 g per liter of boron was identified as the best treatment to obtain maximum yield and fruit quality.

Keywords: Nitrite reductase enzyme, fruit yield, Karela (*Momordica charantia* L.), chlorophyll, nitrate.