نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد سیزدهم، شماره چهارم، زمستان ۹۹
۸۶-۷۵
http://ejcp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejcp.2021.18377.2362

پاسخ رشد و عملکرد میوه خربزه خاتونی به میزان کود نیتروژن مصرفی

سید فرهاد صابرعلی[1]*، حسین نستری نصرآبادی[1]

[1]استادیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، مجتمع آموزش عالی تربت جام، خراسان رضوی، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۸

چکیده

سابقه و هدف: خربزه‌ها از جمله صیفی‌جات متعلق به خانواده کدوییان هستند، که از حدود ۱۱۸ جنس و ۸۲۵ گونه تشکیل شده‌اند. خربزه ایرانی از جمله مهم‌ترین خربزه‌ها، با ارزش اقتصادی و غذایی بالا بوده که به طور گسترده در استان خراسان رضوی کشت می‌شود. نیتروژن با ایفای نقش ساختمانی و کارکردی بر همه جنبه‌های حیات، رشد و تولید میوه در گیاه خربزه اثر گذار است. با توجه به اهمیت تولید خربزه در استان خراسان رضوی، این مطالعه با هدف تعیین مقدار کود نیتروژن مورد نیاز برای تولید عملکرد میوه بیشینه در خربزه و نهایتاً کاهش مصرف بی‌رویه نیتروژن توسط کشاورزان منطقه انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها: تأثیر پنج سطح کود نیتروژن در مقادیر ۰، ۷۰، ۱۴۰، ۲۱۰ و ۲۸۰ کیلوگرم در هکتار در یک آزمایش مزرعه‌ای در سال ۱۳۹۸ در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در شهرستان تربت‌جام مورد ارزیابی قرار گرفت. هر کرت آزمایشی شامل سه پشته به عرض دو متر و به طول حدود هشت متر بود. فاصله بین تکرارها دو متر و فاصله بین کرت‌ها از یکدیگر نیز یک خط کاشت در نظر گرفته شد. نشاهای سه برگی خربزه با فاصله ۷۵ سانتی‌متر از یکدیگر در تاریخ دوم تیرماه سال ۱۳۹۸ کشت شدند. صفات مورد بررسی در این آزمایش شامل سطح برگ در مرحله میوه‌دهی، تعداد میوه در بوته، متوسط وزن میوه در بوته، عملکرد میوه در هکتار، درصد مواد جامد محلول میوه و ماده خشک کل بود.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مصرف کود نیتروژن بر همه صفات اندازه‌گیری شده به‌جز درصد مواد محلول میوه تأثیر معنی‌داری داشت. همچنین، نتایج نشان دادند که مصرف کود نیتروژن نسبت به عدم مصرف آن افزایش ۳۷ و ۲۲ درصدی شاخص سطح برگ و کلروفیل را باعث شد. بیش‌ترین مقدار کلروفیل برگ و شاخص سطح برگ به ترتیب از مصرف ۲۱۰ و ۱۴۰ کیلوگرم کود نیتروژن به دست آمد، و مصرف کود نیتروژن بیش‌تر افزایش معنی‌داری بر میزان سطح برگ و محتوای کلروفیل آن نداشت. مصرف کود نیتروژنی نسبت به عدم مصرف آن باعث افزایش تولید ماده خشک در خربزه شد، و بیش‌ترین افزایش معنی‌دار تولید ماده خشک با مصرف ۲۱۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. بررسی پاسخ تعداد میوه تولید شده در بوته و وزن میوه قابل برداشت نیز نشان داد که بیش‌ترین میزان میوه تولیدی در بوته و بیش‌ترین وزن میوه قابل برداشت به ترتیب با مصرف ۲۸۰ و ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. عملکرد میوه خربزه نیز با مصرف ۷۰، ۱۴۰، ۲۱۰ و ۲۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۳۹، ۵۷، ۴۱ و ۲۸ درصد افزایش یافت. بررسی عملکرد میوه نیز نشان داد که بیش‌ترین تولید میوه به میزان ۳۳ تن در هکتار در شرایط مصرف ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد و مصرف کود نیتروژنی کم‌تر و بیش از از این مقدار موجب کاهش معنی‌دار عملکرد خربزه شد.

* مسئول مکاتبه: sf.saberali@yahoo.com

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی مصرف نیتروژن در کشت خربزه باعث بهبود رشد رویشی و تولید عملکرد میوه آن شد. به‌طوری که با مصرف ١٤٠ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار بیش‌ترین عملکرد کمی و کیفی (مواد جامد محلول) در خربزه حاصل شد، و مصرف بیش‌تر نیتروژن کاهش تولید میوه را باعث شد. میزان کارایی زراعی نیتروژن نیز نشان داد که به ازای هر واحد مصرف نیتروژن تحت تیمار بهینه مصرف نیتروژن، میزان ٨٧ کیلوگرم میوه خربزه در هکتار تولید خواهد شد. برررسی درآمد خالص اقتصادی حاصل از مصرف کود نیتروژن نیز نشان داد که تولیدکنندگان خربزه با مصرف بهینه کود نیتروژن می‌توانند تا ٥٠ درصد سود اقتصادی بیش‌تر را تجربه کنند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه رگرسیون، درصد مواد جامد محلول، شاخص سطح برگ، عملکرد میوه، کارایی زراعی نیتروژن.

مقدمه

خربزه‌ها از تیره کدوییان و از جمله محصولات مهم زراعی با تولید سالانه ٣١/٩ میلیون تن و سطح زیر کشت حدود ١/٢ میلیون هکتار در جهان هستند (١٢). خربزه دارای گونه‌های زیادی است که از نظر شکل میوه، اندازه میوه، طعم و رنگ میوه گستردگی قابل توجهی دارند (٢٣). خربزه ایرانی (*Cucumis melo*) که دارای میوه‌هایی با پوست نازک، مشبک و به رنگ سبز و زرد است، یکی از گونه‌های متعلق به این جنس است (٢٦). سطح زیر کشت محصولات جالیزی در ایران در سال زراعی ١٣٩٦-١٣٩٥ حدود ٣٠٠ هزار هکتار بود، و خربزه با اختصاص ٢٦ درصد از کل سطح زیر کشت گیاهان جالیزی به خود، بعد از هندوانه در جایگاه دوم قرار داشت. خراسان رضوی نیز با سطح زیرکشت ٣٦٣٤٧ هکتار بیش‌ترین سطح زیر کشت خربزه را در ایران به خود اختصاص داده است (١) .

در صورتی که گیاه خربزه تحت شرایط مطلوب آبی قرار داشته باشد، عناصر غذایی مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد و تولید آن هستند. در بین عناصر غذایی نیتروژن مهم‌ترین عامل موثر بر رشد، نمو برگ و فعالیت فیزیولوژیکی برگ به عنوان اندام فتوسنتزکننده و نهایتا تشکیل عملکرد است (١٥، ٢٩). نیتروژن با ایفای نقش ساختاری به‌ویژه در تشکیل پروتیین‌ها و رنگیزه‌های فتوسنتزی همچون کلروفیل و همچنین، نقش کارکردی در زنجیره انتقال الکترون و غشای سلولی بر همه جنبه‌های حیات، رشد و تولید گیاه اثر گذار است (٣، ٢٩). بنابراین، مصرف بهینه نیتروژن تأثیر مستقیمی بر عملکرد کیفی و کمی محصول خواهد داشت (٨، ٣١). بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن مصرفی بر رشد گوجه‌فرنگی نشان داد که تیمارهای نیتروژن بر عملکرد آن تأثیر معنی‌دار داشته و بیش‌ترین عملکرد از تیمار مصرف ١٢٠ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد (١٣). گزارش شده است که مصرف کود نیتروژن در حد ١٢٠ تا ١٩٠ کیلوگرم در هکتار در سال‌های مختلف می‌تواند موجب تولید بیشینه میوه در طالبی گردد، با وجود این، مصرف بیش از حد نیتروژن کاهش عملکرد آن را در پی داشت (٨). در یک پژوهش در لهستان نیز، مصرف بهینه کود نیتروژن در ارقام مختلف هندوانه افزایش ٢٠ تا ٢٣ درصدی عملکرد میوه آن‌ها را باعث شد (٢٧). مصرف بیش از حد نیاز نیتروژن، موجب رشد بیش از حد قسمت هوایی و تخصیص بیش از حد ماده خشک به برگ و ساقه و در نهایت کاهش عملکرد کمی و کیفی محصول می‌شود (٧). نتایج این پژوهش‌ها نشان داد که مصرف بهینه کود نیتروژن از مهم‌ترین مدیریت‌های زراعی موثر بر میزان تولید در خربزه است (٨، ١٠).

مطالعه پاسخ ارقام مختلف خربزه به میزان کود مصرفی نشان داد که تنوع قابل ملاحظه‌ای از نظر نیاز کودی بین آن‌ها موجود است، و تعیین مقدار نیاز کودی بایستی برای هر ژنوتیپ به‌طور مجزا صورت گیرد (۸، ۱۲). خربزه خاتونی در استان خراسان به‌ویژه درشهرستآن‌های تربت جام و تایباد در سطح وسیع کشت می‌شود و به خربزه زرد تربت جام یا مشهدی معروف است. خربزه خاتونی توده‌ای است متوسطرس که در مدت ۹۰ تا ۱۰۰ روز می‌رسد و با وجود اهمیت اقتصادی کشت این گیاه در منطقه، مطالعه کافی در مورد تعیین نیاز کودی این گیاه موجود نیست. در سایه فقدان دانش کافی در مورد نیاز کودی خربزه، مصرف بیش از حد کود نیتروژنی باعث افزایش هزینه‌های تولید و کاهش درآمد اقتصادی کشاورزان شده و از طرفی خطر شوری خاک و آلودگی‌های زیست محیطی به‌ویژه آلودگی نیتراتی آب‌های زیرزمینی در منطقه را نیز افزایش داده است. در نتیجه، این پژوهش با هدف تعیین پاسخ رشد و عملکرد خربزه رقم خاتونی به مقدار کود نیتروژن مصرفی، تعیین مقدار مصرف بهینه آن و نهایتا کاهش مصرف بی‌رویه نیتروژن توسط کشاورزان منطقه انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال ۱۳۹۸ در مزرعه یکی از کشاورزان پیشرو خربزه کار شهرستان تربت جام با مختصات جغرافیایی ٦٠ درجه و ٤٥ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۳ درجه و ٣٤ دقیقه عرض جغرافیایی با ارتفاع ۹۰۰ متر اجرا شد. خاک مزرعه محل آزمایش از نوع لومی رسی بود. مشخصات تکمیلی خاک مزرعه تا عمق ۳۰ سانتی متری در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل آزمایش در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری.

Table 1- Soil Physicochemical properties in 0-30 cm.

بافت خاک Soil texture	هدایت‌الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC(dS m^{-1})	اسیدیته pH	کربن آلی (درصد) Organic carbon(%)	نیتروژن (میلی‌گرم بر کیلوگرم) N(mg kg^{-1})	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) P(mg kg^{-1})	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) K(mg kg^{-1})
لومی رسی Clay loam	5.5	7.8	0.6	16	7	165

این آزمایش به منظور بررسی پاسخ رشد و عملکرد توده خاتونی خربزه به میزان مصرف کود نیتروژن در قالب‌طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای کودی شامل مصرف کود نیتروژن در سطوح ۰، ۷۰، ۱٤۰، ۲۱۰ و ۲۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص بود. میزان نیتروژنی که کشاورزان در منطقه به‌طور تجربی استفاده می‌کنند، به‌عنوان معیاری برای تعیین سطوح تیمار کودی در این پژوهش مد نظر قرار گرفت. میزان مصرف کود نیتروژن در بین خربزه‌کاران منطقه تربت‌جام بسته به روش کشت، روش کاربرد کود، بافت خاک، میزان حاصلخیزی و شوری آن و همچنین، میزان آب آبیاری قابل در دسترس در حدود ۱۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار است. لذا سطوح تیمار کود نیتروژن در دامنه مصرف متداول کود نیتروژن در منطقه درنظر گرفته شد و تیمار عدم کودهی نیز به عنوان شاهد به سطوح تیماری اضافه شد. به‌منظور تهیه بستر کاشت در فروردین ماه شخم عمیق انجام شد و پس از آن در اردیبهشت ماه کلوخه‌های تشکیل شده به کمک دو دیسک عمود بر هم خرد شد. نهایتاً با استفاده از ماله، نسبت به تسطیح

خاک مزرعه اقدام شد. هر کرت آزمایشی شامل سه پشته به عرض دو متر و به طول حدود هشت متر بود. فاصله بین تکرارها دو متر و فاصله بین کرت‌ها از یکدیگر نیز یک خط کاشت در نظر گرفته شد. نشای سه برگی خربزه با فاصله ۷۵ سانتی‌متر از یکدیگر در تاریخ دوم تیر ماه سال ۱۳۹۸ کشت و مزرعه بلافاصله آبیاری شد. بر اساس آزمون خاک، قبل از کشت میزان ۱۵۰ کیلوگرم فسفر به‌صورت کود سوپر فسفات تریپل و ۲۰۰ کیلوگرم پتاسیم به‌صورت سولفات پتاسیم به خاک اضافه شد. در هر تیمار کودی نیز مقدار یک سوم کود نیتروژن با استفاده از کود تجاری اوره بعد از کشت و همراه آب آبیاری به زمین اضافه شد. یک سوم کود اوره نیز در هنگام رشد سریع ساقه‌ها و پس از وجین علف‌های هرز مصرف شد و مابقی کود نیتروژن نیز در زمان تشکیل اولین میوه روی بوته‌ها مصرف شد. آبیاری در طول دوره رشد و نمو گیاه هر هفت روز یک‌بار انجام شد و سایر عملیات داشت شامل کنترل آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز بر اساس عملیات رایج در منطقه انجام شد.

صفات مورد بررسی در این آزمایش شامل سطح برگ در مرحله میوه‌دهی، تعداد میوه در بوته، متوسط وزن میوه در بوته، عملکرد میوه در هکتار، درصد مواد جامد محلول میوه و ماده خشک کل بود. در هر کرت هار بوته که دارای میوه رسیده بودند، در طی دو مرحله در تاریخ‌های ۲۰ شهریور و ۱۵ مهر ماه برداشت شدند. در هر مرحله نیز پس از شمارش تعداد کل میوه‌ها، نسبت به تعیین وزن میوه‌های رسیده اقدام شد. عملکرد میوه خربزه نیز حاصل مجموع وزن میوه‌های رسیده قابل عرضه به بازار در دو تاریخ برداشت در هر واحد سطح بود. در مرحله اول برداشت برگ‌های که به طور کامل باز شده بودند، از بوته جدا شد و سطح آن‌ها توسط دستگاه سطح برگ سنج (WinArea_UT, Iran) اندازه‌گیری شد. کلروفیل برگ نیز از ۰/۲۵ گرم نمونه تازه‌ی برگ‌های جوان با استفاده از استون ۸۰ درصد استخراج شد و غلظت آن با کمک دستگاه اسپکتروفتومتر تعیین شد (۱۹). ماده خشک کل نیز که حاصل مجموع وزن میوه، برگ و ساقه بود، با قرار دادن نمونه‌های برداشت شده در آونی با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ٤٨ ساعت و سپس وزن نمونه‌ها تعیین شد. همچنین، در هر مرحله از برداشت درصد مواد جامد محلول در میوه با استفاده از رفراکتومتر و بر روی میوه کاملا رسیده اندازه‌گیری و سپس میانگین اعداد به‌دست آمده در هر کرت به عنوان درصد مواد جامد محلول در میوه منظور شد. کارایی زراعی نیتروژن مصرفی نیز حاصل اختلاف عملکرد تیمارهای کود داده شده در مقایسه با تیمار عدم کوددهی، بخش بر میزان مصرف کود نیتروزن است (۱۷). به‌منظور برآورد درآمد اقتصادی حاصل از مصرف مقادیر مختلف کود نیتروژن، از طریق پرسش‌های میدانی از برخی خربزه‌کاران منطقه متوسط قیمت خرید خربزه ۱۷۰۰ تومان به ازای هر کیلوگرم و نرخ هر کیسه کود اوره ۵۰ کیلوگرمی (معادل ٤٦ درصد نیتروژن خالص) در طول فصل رشد خربزه ٤۰۰ هزار تومان در نظر گرفته شد. بدین‌ترتیب درآمد خالص اقتصادی حاصل از کود مصرفی، با تفریق درآمد ناشی از فروش میوه از هزینه کود مصرفی در هر تیمار کودی به‌دست آمد. به‌منظور تجزیه آماری، پس از آزمون نرمال بودن خطای آزمایشی داده‌ها، تجزیه واریانس و تجزیه رگرسیون با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد (۲۹). میانگین داده‌ها با آزمون LSD و در سطح ۵ درصد مقایسه شدند. نمودارها نیز به وسیله نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ و کلروفیل برگ: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر کود نیتروژن بر میزان شاخص سطح برگ و میزان کلروفیل برگ در مرحله میوه‌دهی معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که شاخص سطح برگ خربزه با مصرف کود نیتروژن نسبت به تیمار شاهد عدم مصرف کود نیتروژن افزایش یافت. نتایج همچنین نشان داد که مصرف ۱٤۰ کیلوگرم کود نیتروژن نسبت به عدم مصرف آن افزایش ۳۷ درصد سطح برگ را باعث شد، و افزایش بیش از این مقدار کود افزایش معنی‌داری در سطح برگ آن نداشت. میزان کلروفیل برگ نیز با مصرف کود نیتروژن نسبت به عدم مصرف کود به‌طور متوسط ۲۲ درصد افزایش یافت. بیش‌ترین مقدار کلروفیل برگی نیز با مصرف ۲۱۰ کیلوگرم کود نیتروژن حاصل شد و مصرف بیش‌تر کود نیتروژن افزایش معنی‌داری بر مقدار کلروفیل نداشت. تأثیر مثبت مصرف کود نیتروژن در افزایش سطح برگ و غلظت کلروفیل برگ در گیاهان مختلف از جمله خربزه‌ها پیش‌تر گزارش شده بود (۱٤، ۲۸). به‌طور مثال در یک مطالعه سه ساله در اسپانیا نشان داده شد که افزایش سطح نیتروژن مصرفی در حدود ۱٤۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار باعث تولید حداکثر سطح برگ در دو رقم طالبی شد (۸). همچنین، گزارش شد که دسترسی بیش‌تر گیاه به نیتروژن منجر به افزایش غلظت کروفیل برگ خواهد شد، که دلیل آن تامین نیتروژن مورد نیاز در ساختمان کلروفیل ذکر شده است (۳۰). در گوجه فرنگی نیز افزایش غلظت کروفیل برگ در پاسخ به افزایش مصرف کود نیتروژن گزارش شده است (۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده خربزه در پاسخ به سطوح کود نیتروژن مصرفی.

Table 2- Analysis variance (mean of squares) of measured traits of melon affected by nitrogen fertilizer.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	شاخص سطح برگ Leaf area index	کلروفیل chlorophyll	ماده خشک کل Total dry matter	تعداد میوه در بوته Fruit number plant^{-1}	متوسط وزن میوه قابل عرضه به بازار در بوته Mean marketable fruit weigh plant^{-1}	عملکرد میوه Fruit yield	کل مواد جامد محلول Total soluble solid	کارایی زراعی کود نیتروژن Agronomic nitrogen use efficiency
بلوک Block	2	0.1338430*	0.0087964*	270884.31 *	0.2667	0.03215874	3730876.0	0.7167	71.3914
نیتروژن Nitrogen	4	0.95083601 ***	0.07272122 ***	1924393.24 **	1.900*	0.38706784*	60743166.9* *	1.600	5780.40**
اشتباه Error	8	0.01975 368	0.00180 792	39979.39	0.350	0.0996933	4075492.3	0.800	203.21330
ضریب‌تغییرات(درصد) CV(%)		10.3	6.1	13.3	18.2	14.9	21.1	8.1	16.2

** و * به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ می‌باشند.

** and * indicates significance at P levels of 0.01 and 0.05, respectively.

ماده خشک کل: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ماده خشک تولیدی در خربزه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر مصرف کود نیتروژن قرار داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که مصرف کود نیتروژن نسبت به عدم مصرف آن به‌طور متوسط افزایش ٤۲ درصد تولید ماده خشک در خربزه را باعث شد. بیش‌ترین افزایش معنی‌دار تولید ماده خشک با مصرف ۲۱۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار

به‌دست آمد که معادل ٤٧ درصد افزایش نسبت به تیمار عدم کوددهی بود. با وجود این، مصرف بیش از ۲۱۰ کیلوگرم کود نیتروژن افزایش معنی‌دار ماده خشک را باعث نشد. نتایج مطالعات گذشته نیز نشان داده است که افزایش سطح برگ و بهبود غلظت کروفیل برگ از جمله عوامل موثر بر افزایش سطح جذب نور دریافتی و بهبود راندمان فتوسنتزی برگ گیاهان است (۲۹). با توجه به نقش ساختمانی نیتروژن در ساخت اسیدهای آمینه، فعالیت تمام آنزیم‌های دخیل در فرآیندهای بیوشیمیایی فتوسنتز به‌ویژه آنزیم رابیسکو نیز تحت تأثیر مصرف نیتروژن است (۱۸، ۲۱). بنابراین، تولید ماده خشک بیش‌تر خربزه، در پاسخ به مصرف کود نیتروژن را می‌توان به افزایش میزان فتوسنتز و راندمان فتوسنتزی آن در شرایط کوددهی نسبت داد. افزایش ماده خشک تولیدی در طالبی و توت فرنگی نیز در پاسخ به مصرف کود نیتروژن گزارش شده است (۸ ، ۲۲).

جدول ۳- پاسخ صفات اندازه‌گیری شده در خربزه به کود نیتروژن مصرفی.

Table 3- The response of measured traits of melon to nitrogen application.

مقدار نیتروژن مصرفی (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen rate (kg ha^{-1})	شاخص سطح برگ Leaf area index	کلروفیل (میلی گرم در هر گرم وزن برگ تازه) Chlorophyll (mg g^{-1} leaf fresh weight)	ماده خشک کل (کیلوگرم در هکتار) Total dry matter (kg ha^{-1})	تعداد میوه (در بوته) Fruit number (plant^{-1})	متوسط وزن میوه قابل عرضه به بازار (کیلوگرم در بوته) Mean marketable fruit weigh (kg plant^{-1})	عملکرد میوه (کیلوگرم در هکتار) Fruit yield (kg ha^{-1})	کل مواد جامد محلول (درصد) Total soluble solid (%)
0	3.26c	1.19d	4068.2d	2.33c	1.66b	21248c	11.00b
70	4.12b	1.31c	5305.4c	2.67bc	2.25a	29550b	12.11a
140	4.48a	1.40b	5731.8b	3.33b	2.53a	33391a	11.27ab
210	4.65a	1.52a	5975.4a	3.67ab	2.19a	29924b	11.67ab
280	4.68a	1.58a	6049.0a	4.33a	2.12ab	27260b	11.87ab

در هر ستون تفاوت بین دو میانگین دارای حرف مشترک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نیست.

In each column, means followed by same letters are not statistically different at $P < 0.05$.

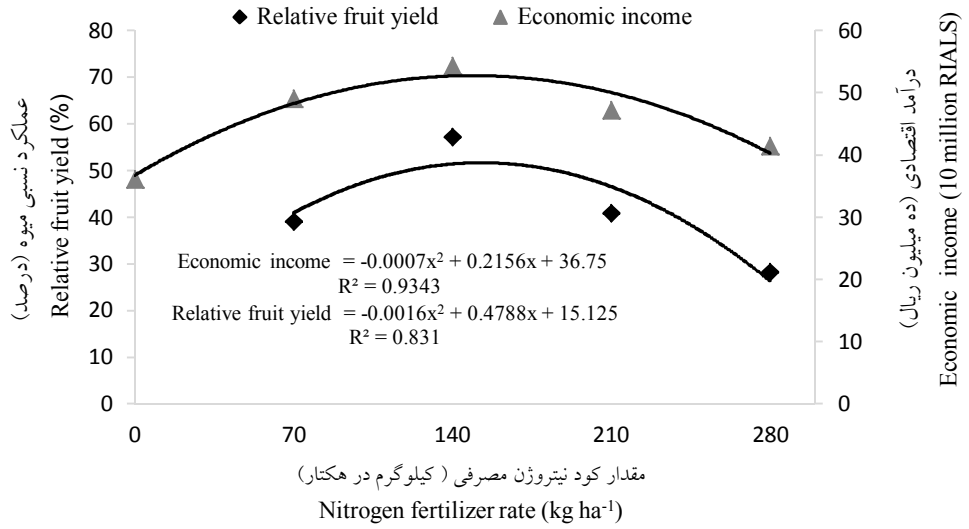
تعداد میوه در بوته: تعداد میوه تولیدی در هر بوته خربزه نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر مصرف کود نیتروژن قرار داشت (جدول ۲). نتایج نشان داد که مصرف کود نیتروژن نسبت به عدم مصرف آن به‌طور متوسط باعث افزایش ۵۰ درصد تولید میوه در بوته خربزه شد. نتایج همچنین نشان داد که روند افزایش تولید میوه در بوته همواره با مصرف کود نیتروژن افزایشی بود، به‌طوری‌که بیش‌ترین تولید میوه در بوته (تعداد ٤/۳ میوه) در تیمار مصرف ۲۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. افزایش تولید میوه در بوته در پاسخ به مصرف کود نیتروژن در هندوانه، گوجه فرنگی و طالبی نیز مشاهده شد (۸، ۲۷، ۲۲). با مصرف کود نیتروژن تعداد میوه در بوته گیاه طالبی نیز افزایش یافت، و مقدار میوه قابل عرضه به بازار در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به حداکثر خود رسید (۱۱). در یک مطالعه روی گوجه فرنگی نیز نشان داده شد که مصرف منابع تغذیه‌ای آلی و شیمیایی منجر به افزایش تولید میوه در این گیاه شد (۲). در مطالعات گذشته نشان داده شد که تولید تعداد میوه در بوته حاصل تعادل بین مبدا و مقصد فیزیولوژک در ابتدای

تشکیل میوه است، پس در یک بوته با رشد رویشی بیش‌تر میزان تولید میوه نیز بیش‌تر خواهد بود (۵).

وزن میوه در بوته: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مصرف کود نیتروژن بر وزن میوه قابل برداشت تولیدی در خربزه تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۲). به‌طوری که مصرف کود نیتروژن نسبت به عدم مصرف آن به‌طور متوسط باعث افزایش ۳۵ درصدی وزن میوه در بوته خربزه شد. مصرف ۱٤۰ کیلوگرمی نیتروژن در هکتار باعث افزایش ۵۱ درصدی وزن میوه در بوته خربزه شد. در صورتی که مصرف کود نیتروژن بیش از ۱٤۰ کیلوگرم در هکتار باعث کاهش وزن میوه خربزه شد، اگرچه این کاهش معنی‌دار نبود. با توجه به افزایش ۳۰ درصدی تولید میوه خربزه در بوته با افزایش کود نیتروژن مصرفی از ۱٤۰ کیلوگرم به ۲۸۰ کیلوگرم در هکتار (جدول ۳)، کاهش وزن میوه‌های قابل عرضه به بازار مورد انتظار بود. در واقع با ایجاد رقابت بر سر دریافت مواد پرورده تولیدی بین تعداد زیادتری میوه، میزان تخصیص ماده خشک تولیدی به هر میوه کم‌تر شده و در نهایت وزن میوه‌های تولیدی کاهش یافت. پیشتر نیز افزایش وزن میوه با مصرف مقدار مطلوب کود نیتروژن، و کاهش میوه قابل عرضه در صورت مصرف بیش‌تر از حد کود نیتروژنی در گیاهان مختلف از جمله انواع خربزه‌ها گزارش شده است (۸، ۱۱، ۲۲). وزن میوه طالبی نیز با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به حداکثر مقدار خود رسید، و مصرف بیش‌تر کود نیتروژن باعث کاهش آن شد (۱۱).

عملکرد میوه: عملکرد میوه تولیدی در خربزه تأثیرپذیری معنی‌دار از میزان کود نیتروژن مصرفی داشت (جدول ۲)، به‌طوری که مصرف کود نیتروژن نسبت به عدم مصرف آن به‌طور متوسط باعث افزایش ٤۱ درصدی تولید میوه در هکتار شد. در شرایط مصرف ۷۰، ۱٤۰، ۲۱۰ و ۲۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار افزایش عملکرد خربزه به ترتیب ۳۹، ۵۷، ٤۱ و ۲۸ درصد بود. بدین ترتیب بیش‌ترین تولید میوه در شرایط مصرف ۱٤۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد و مصرف کود نیتروژنی کم‌تر و بیش از این مقدار موجب کاهش معنی‌دار عملکرد خربزه شد. به‌علاوه، عملکرد میوه تولیدی در مقادیر مصرف ۷۰، ۲۱۰ و ۲۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن مصرفی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. تجزیه رگرسیون پاسخ عمکرد نسبی میوه خربزه به میزان کود نیتروژن مصرفی نیز نشان داد که درصد افزایش عملکرد میوه در پاسخ به کود مصرفی از یک رابطه درجه دوم پیروی می‌کند. تعیین نقطه بحرانی تابع پاسخ با استفاده از مشتق‌گیری نیز نشان داد که مقدار عملکرد نسبی خربزه در مقدار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به حد بیشینه خود می‌رسد. لازم به ذکر است بر اساس نتایج تجزیه خاک، موجودی نیتروژن خاک مزرعه در عمق ۳۰ سانتی‌متری حدود ٦۰ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۱). لذا در صوتی که موجودی نیتروژن معدنی خاک نیز به میزان کود مصرفی بهینه ۱٤۰ تا ۱۵۰ کیلوگرمی در هکتار اضافه گردد، می‌توان بیان نمود که میزان نیتروژن خالص مورد نیاز برای تولید حداکثری میوه در خربزه خاتونی ۲۰۰ تا ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار خواهد بود. بررسی درآمد اقتصادی حاصل از مصرف کود نیتروژن نیز نشان داد که در شرایط مصرف ۷۰، ۱٤۰، ۲۱۰ و ۲۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار نسبت به عدم مصرف آن، درآمد خالص اقتصادی تولیدکنندگان به ترتیب حدود ۳۵/۷، ۵۰/٤، ۳۰/۷ و ۱٤/۸ درصد افزایش یافت (شکل ۱). نتایج پژوهش‌های پیشین نیز نشان داد که عملکرد میوه با افزایش نیتروژن در یک حد مطلوب به حداکثر می‌رسد و با افزایش مصرف نیتروژن بیش از حد مطلوب کاهش می‌یابد (۸، ۱۱). افزایش ٤۰ تا ۱۰۰ درصدی عملکرد میوه در خربزه با مصرف سطوح مختلف کود مرغی در انواع خربزه

مشاهده شده است (١٦، ٢٤). پاسخ درجه دوم عملکرد میوه طالبی به کود نیتروژن مصرفی نیز گزارش شده است (٨). عملکرد میوه طالبی نیز با مصرف ١٢٠ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به حداکثر خود رسید و مصرف بیش‌تر نیتروژن کاهش عملکرد میوه را باعث شد (١١). با توجه به عادت رشد نامحدود خربزه، مصرف بیش از حد کود نیتروژن باعث تحریک رشد رویشی و تولید میوه بیش‌تر در بوته می‌گردد (جدول ٢) و در نتیجه تخصیص مواد فتوسنتزی به برگ‌ها، ساقه‌ها و میوه‌های رقیب جدید نهایتا سهم میوه تشکیل شده قدیمی از تخصیص مواد فتوسنتزی کاهش یافته و نهایتا وزن میوه اصلی و قابل برداشت کم‌تر می‌شود. بنابراین، مصرف بیش از حد نیتروژن با وجود تولید ماده خشک بیش‌تر در واحد سطح، به دلیل کاهش سطح تخصیص ماده خشک به میوه قابل برداشت نهایتا کاهش عملکرد برداشتی را در پی خواهد داشت (٦). پیش‌تر نیز کاهش وزن میوه قابل برداشت با افزایش تولید میوه در ارقام مختلف از خربزه‌ها هم‌چون طالبی گزارش شده است (٦، ١٠، ٣٠).

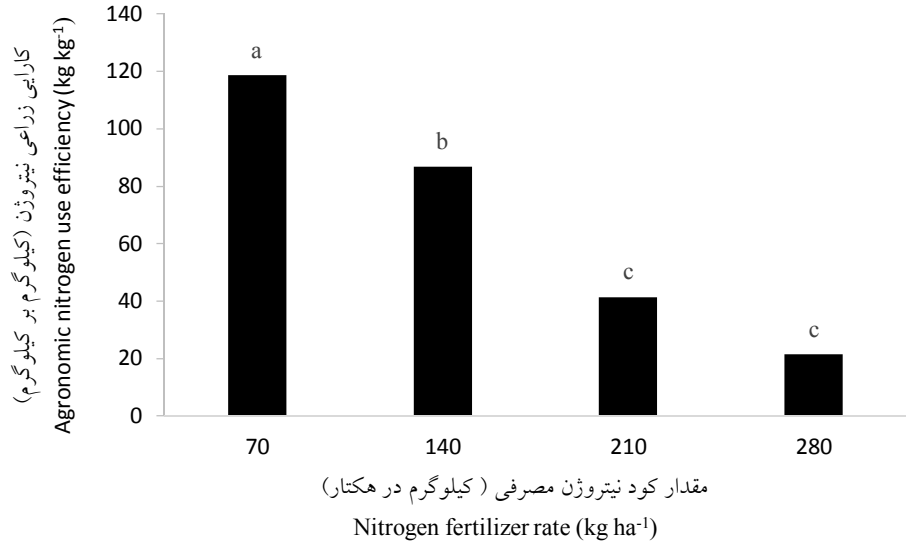


شکل ١- پاسخ عملکرد نسبی خربزه خاتونی و میزان درآمد خالص اقتصادی به میزان کود نیتروژن مصرفی.

Figure 1- The response of relative yield of Khatoni melon and net economic income to nitrogen fertilizer rate.

درصد مواد جامد محلول: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درصد مواد محلول میوه تحت تأثیر مصرف کود نیتروژنی قرار نداشت (جدول ٢). با وجود این نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در شرایط مصرف کود نیتروژن نسبت به عدم مصرف آن درصد مواد محلول میوه خربزه ١٠ درصد افزایش یافت. با وجود این، در شرایط مصرف کود نیتروژن، درصد مواد جامد محلول میوه خربزه در بین تیمارهای کودی اختلاف معنی‌دار نداشتند (جدول ٣). بررسی تأثیر تیمارهای آبیاری بر ارقام مختلف خربزه نیز نشان داد که مقدار درصد مواد جامد محلول خربزه خاتونی بین ١١ تا ١٣ درصد در تیمارهای مختلف متغییر است (٢٠). تأثیر نیتروژن بر میزان فتوسنتز و افزایش میزان مواد جامد محلول میوه نیز پیش‌تر گزارش شده است (٤). همچنین، گزارش شد که مقادیر مختلف مصرف کود مرغی تأثیر معنی‌داری بر درصد مواد جامد محلول میوه خربزه ندارد (٢٤).

کارایی زراعی نیتروژن مصرفی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کارایی زراعی کود نیتروژن مصرفی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر مقدار کود مصرفی قرار داشت (جدول ۲). به‌طوری که میزان کارایی زراعی کود نیتروژن مصرفی با افزایش میزان نیتروژن مصرفی از ۷۰ کیلوگرم به ۲۸۰ کیلوگرم به میزان ۸۲ درصد کاهش یافت (شکل ۲). نتایج همچنین نشان داد که در تیمار ۷۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار، به ازای هر کیلوگرم نیتروژن مصرفی عملکرد میوه خربزه به مقدار ۱۱۹ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت. در صورتی که میزان افزایش عملکرد میوه در تیمار ۲۸۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن معادل ۲۱/۵ کیلوگرم به ازای هر کیلوگرم مصرف نیتروژن بود. کاهش کارایی نیتروژن مصرفی در گیاهان مختلف با افزایش میزان کود مصرفی پیش‌تر نیز گزارش شده بود (۹، ۱۷).



شکل ۲- کارایی زراعی نیتروژن مصرفی در خربزه خاتونی در پاسخ به میزان کود نیتروژن مصرفی.

Figure 2- Agronomic nitrogen use efficiency of Khatoni melon in response to nitrogen fertilizer rate.

نتیجه‌گیری کلی

پاسخ عملکرد میوه خربزه خاتونی به کود نیتروژن مصرفی نشان داد که عملکرد میوه با مصرف ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به حد بیشینه خود رسید. به‌علاوه، حدود ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص نیز از طریق خاک در دسترس گیاه قرار گرفته بود. پاسخ عملکرد نسبی میوه نیز نشان داد که مصرف بیش از ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث کاهش عملکرد میوه خربزه خواهد شد. بدین ترتیب با توجه به موجودی نیتروژن خاک و پاسخ عملکرد و عملکرد نسبی به کود نیتروژن مصرفی، به‌نظر می‌رسد ۲۰۰ تا ۲۱۰ کیلوگرم نیتروژن خالص برای تولید بیشینه عملکرد در این گیاه لازم است. کارایی زراعی کود نیتروژن در تیمار بهینه مصرف کود نشان داد که به ازای مصرف هر کیلوگرم کود نیتروژن مقدار ۸۷ کیلوگرم میوه خربزه در هکتار تولید شده است. ارزیابی درصد مواد محلول میوه به عنوان یک شاخص مهم عملکرد کیفی میوه نیز نشان داد که مصرف کود نیتروژن در مقایسه با عدم مصرف آن باعث بهبود نسبی کیفیت میوه برداشتی خواهد شد. بررسی درآمد خالص اقتصادی حاصل از مصرف کود نیتروژن نشان داد که تولیدکنندگان خربزه با مصرف بهینه کود

نیتروژن می‌توانند تا ۵۰ درصد سود اقتصادی بیش‌تر را تجربه کنند

References

1. National agricultural statistics, 2017. Ministry of Agriculture Jihad. Agriculture Jahad publication. (In Persian)
2. Amiri, M.B., Koocheki, A., Nasiri-Mahalati, M., and Jahan, M. 2015. Influence of different nutritional sources on the quantitative and qualitative characteristics of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in an ecological cropping system. Iranian J. Hort Sci. 29: 2. 216-231. (In Persian)
3. Baranauskienne, R., Venskutonis, P.R., Viskelis, P., and Dambrausiene, E. 2003. Influence of nitrogen fertilizer on the yield and composition of thyme (*Thymus vulgaris*). J. Agric. Food Chem. 51: 26. 7751- 7758.
4. Benard, C., Gautier, H., Bourgaud, F., Grasselly, D., Navez, B., Caris-veyrat, C., Weiss, M., and Genard, M. 2009. Effects of low nitrogen supply on tomato (*Solanum lycopersicum*) fruit yield and quality with special emphasis on sugars, acids, ascorbate, carotenoids, and phenolic compounds. J. Agric. Food Chem. 57: 10. 4112-4123.
5. Bertin, N. 1995. Competition for assimilates and fruit position affect fruit set in indeterminate greenhouse tomato. Ann. Bot. 75: 1. 55-65.
6. Cabello, M.J., Castellanos, M.T., Romojaro, F., Martı´nez-Madrid, C., and Ribas, F. 2009. Yield and quality of melon grown under different irrigation and nitrogen rates. Agric. Water Manage. 96: 5. 866-874.
7. Castellanos, M.T., Cabello, M.J., Cartagena, M.D., Tarquis, A.M., Arce, A., and Ribas, F. 2011. Growth dynamics and yield of melon as influenced by nitrogen fertilizer. Sci Agric. 68: 2. 191-199.
8. Dordas, C.A., and Sioulas, C. 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. Ind. Crops Prod. 27: 1. 75-85.
9. El-Keblawy A., and Lovett-Doust J. 1996. Resource re-allocation following fruit removal in cucurbits, patterns in cantaloupe melons. New Phytol. 134: 3. 413-422.
10. Esmaeili, M., Salehi, R., Babalar, M., Taheri, M.R., and Mohammadi, H. 2016. Evaluation the effects of grafting and different levels of nitrogen on growth and yield of Samsoori melon in field conditions. Iranian J. Hort Sci. 48: 1. 11-25. (In Persian)
11. FAO statistics. 2019. Food and agriculture data available at http://www.fao.org/faostat/en/#home (visited 5 December 2019)
12. Farahmand A., Fardad H., Liaghat A., and Kashi A. 2005. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on yield and water use efficiency of tomato. Iranian J. Soil Water Sci. 19: 2. 263-270. (In Persian)
13. Guler, S., Hayriye Ibrikci, H., and Buyuk, G. 2006. Effects of different nitrogen rates on yield and leaf nutrient contents of drip-fertigated and greenhouse-grown cucumber. Asian J. Plant Sci. 5: 4. 657-662.
14. Huett, D.O. 1996. Prospect for manipulating the vegetative reproductive balance in horticultural crops through N nutrition: A review. Aust. J. Agric. Res. 47: 1. 47-66.
15. Ijoyah, M.O. 2007. Effects of different levels of decomposed poultry manure on yield of muskmelon at anse Boileau, Seychelles. Afr. J. Biotechnol. 6: 16. 1882-1884.
16. Jalilian, J., Modarres-Sanavy, S. A.M., Saberali, S.F., and Sadat-Asilan, K. 2012. Effects of the combination of beneficial microbes and nitrogen on sunflower seed yields and seed quality traits under different irrigation regimes. Field Crop Res. 127: 2. 26-34.
17. Li, G., Yang. X., Ren, B., Shen, Q., and Guo S. 2011. Why nitrogen use efficiency decreases under high nitrogen supply in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings. J. Plant Growth Regul. 31: 1. 47-52.

18. Lichtentaler, H.K. 1987. Chlorophyll and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembrane. Meth. Enzymol. 148: 2. 350-381.
19. Lotfi, H., Barzegar, T., Rabiei, V., Ghajraman, Z., and Nikbakht, J. 2017. The effect of water deficit stress on quantitative and qualitative traits of some populations of Persian melon J. Crop Improv. 18: 1. 157-171. (In Persian)
20. Makino, A., Shimada, T., Takumi, S., Kaneko, K., Matsuoka, M., Shimamoto, K., Nakano, H., Miyao-Tokutomi, M., Mae, T., and Yamamoto, N. 1997. Does decrease in ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase by antisense RbcS lead to a higher N-use efficiency of photosynthesis under conditions of saturating CO2 and light in rice plants? Plant Physiol. 114: 2. 483-491.
21. Mashayekhi, P., and Tartari, M. 2017. The effect of different concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium on some qualitative and quantitative characteristics Strawberries in hydroponic culture. Soil Res. 30: 2. 391-402. (In Persian)
22. Nerson, H., Paris, H.S., Edelstein, M., Burger, Y., and Karchi, Z. 1988. Breeding pickling melons for a concentrated yield. Hort. Sci. 23: 2.136-138.
23. Norozi, A., Khodadadi, M., Gholchin, A., and Akbar-neya, A. 2011. The effect of poultry manure levels on the quantitative and qualitative yield of three Iranian melon populations. Iranian J. Hort Sci. 24: 2. 245-250. (In Persian)
24. Pessarakli, M. 2016. Handbook of cucurbits, growth, cultural practices, and physiology. CRC Press, Boca Raton. 560p.
25. Peyvast, Gh. 2018. Vegetable production. Ketabiran publication. 394p. (In Persian).
26. Rolbiecki, R., Rolbiecki, S., Piszczek, P., Figas, A., Jagosz, B., Ptach, W., Prus, P., and Kazula, M.J. 2020. Impact of nitrogen fertigation on watermelon yield grown on the very light soil in Poland. Agron. 10: 2. 213-223.
27. Saberali, S.F., Modarres-sanavy, S.A.M., Bannayan, M., Baghestani, A.M., Rahimian Mashhadi, H., and Hoogenboom, G., 2012. Dry bean competitiveness with redroot pigweed as affected by growth habit and nitrogen rate. Field Crops Res. 135: 1. 38-45.
28. SAS Institute, 2003. The SAS system for windows. Release 9.1. SAS Institute, Cary, NC.
29. Sinclair, T.R., and Horie, T. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: a review. Crop Sci. 29: 4. 90-98.
30. Valantin, v., Gary, A., Vaissiere, B.E., and Faossard, J.S. 1999. Effect of fruit load on partitioning of dry matter and energy in cantaloupe (*Cucumis melo* L.). Ann. Bot. 84: 1. 173-181.
31. Zhang, Q., Gao, Y., Yan, B., Cui, Z., Wu, B., Yang, K., and Ma, J. 2020. Perspective on oil flax yield and dry biomass with reduced nitrogen supply. Oil Crop Sci. 5: 2. 42-46.