مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۲ شماره ۳ صفحه های ۳۱۳ تا ۳۲۴ (۱۴۰۰)

مقاله پژوهشی

اثر آرایش کاشت یک‌طرفه و دوطرفه و سطوح مختلف نیتروژن بر برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی گوجه‌فرنگی رقم کارون[۱]

Effect of Single and Twin Row Planting Patterns and Different Levels of Nitrogen on Some Quantitative and Qualitative Traits of Tomato (*Solanum lycopersicum* L. 'Karoon')

بهرام بهزادی*، عباس بیابانی، محمد مدرسی، مختار زلفی باوریانی، ندا نصراللهی و علی راحمی کاریزکی[۲]

چکیده

آرایش کاشت مناسب و مدیریت صحیح تغذیه به‌ویژه عنصر حیاتی نیتروژن از جمله موارد بسیار مهم و تأثیرگذار روی ویژگی‌های کمی و کیفی گوجه‌فرنگی هستند. دو آزمایش در دو مکان در ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی استان بوشهر در سال زراعی ۹۷- ۱۳۹۶ به‌صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. کرت اصلی شامل دو آرایش کاشت (یک‌طرفه و دوطرفه) و کرت فرعی شامل چهار سطح نیتروژن (بدون کاربرد نیتروژن، ۹۰، ۱۸۰ و ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار) بود. نتیجه‌ها نشان داد که برهمکنش آرایش کاشت × نیتروژن در منطقه بنداروز روی عملکرد تک‌بوته، ویتامین C، pH و بهره‌وری جزئی نیتروژن دارای اثر معنی‌دار بود. در سعدآباد برهمکنش آرایش کاشت و نیتروژن بر ویژگی‌های تعداد حفره در میوه و کل ماده‌های جامد محلول معنی‌دار شد. در بنداروز بیشترین و کمترین عملکرد تک‌بوته به ترتیب از مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در روش کاشت یک‌طرفه و بدون مصرف نیتروژن در روش کاشت دوطرفه به دست آمد. در سعدآباد کاربرد ۲۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مقایسه با تیمار بدون مصرف کود، عملکرد تک بوته را به میزان ۱۱۶ درصد افزایش داد. مهمترین دلیل تفاوت در عملکردهای دو منطقه، مقدار ماده آلی خاک بود. در این آزمایش، مشخص شد که اثرگذاری عامل اصلی نیتروژن بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده، بیشتر از آرایش کاشت بود.

واژه‌های کلیدی: آرایش کاشت، بهره‌وری جزئی نیتروژن، تعداد حفره، ماده‌های جامد محلول، ویتامین C.

مقدمه

گوجه‌فرنگی پس از سیب‌زمینی، به عنوان دومین سبزی مهم در جهان شناخته می‌شود و به‌صورت تازه و یا فرآوری شده مصرف می‌شود (۱۱). در سال ۲۰۱۸ تولید جهانی گوجه‌فرنگی ۱۸۲/۳ میلیون تن بوده است که ایران با تولید ۶/۵۸ میلیون تن و ۳/۶ درصد از تولید جهانی، جایگاه ششم تولید گوجه فرنگی دنیا را به خود اختصاص داده است (۸).

کشت گوجه‌فرنگی به‌دلیل تولید خارج از فصل، اهمیت ویژه‌ای در استان بوشهر دارد و بیشترین سطح زیر کشت در بین محصول‌های سبزی و صیفی را دارا می‌باشد (۴). سطح زیر کشت گوجه‌فرنگی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در استان بوشهر،

۱- تاریخ دریافت: ۹۹/۶/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۷

۲- به‌ترتیب دانشجوی دکترای زراعت، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس و محقق بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، دانشیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس، استادیار، گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه خلیج فارس، استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، دانش آموخته دکترای شیمی معدنی دانشگاه شیراز و استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (behzadi_res@yahoo.com).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.6.1]

۱۱۳۰۰ هکتار بوده است (۱۲). در حال حاضر کشاورزان از روش کاشت دوطرفه در اطراف نوار آبیاری قطره‌ای استفاده می‌کنند، در حالی که در کشورهای توسعه‌یافته به‌دلیل کشت مکانیزه، روش کاشت یک‌طرفه در اطراف نوار آبیاری قطره‌ای رایج می‌باشد. در سال‌های اخیر در ایران در سطح محدود، کاشت مکانیزه توسط دستگاه نشاءکار گوجه‌فرنگی انجام شده است و این روش مورد توجه کشاورزان قرار گرفته است. با توجه به هزینه‌های بسیار زیاد نیروی کارگری و سایر نهاده‌های کشاورزی، حرکت به سمت کشاورزی مکانیزه اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.

الگوی مناسب کاشت باعث کاهش رقابت برای ماده‌های مغذی مناسب خاک بین گیاهان می‌شود. آرایش کاشت می‌تواند محیط خرداقلیم را از راه تغییر در جذب نور، ساعت‌های آفتابی، دما، تبخیر و تعرق در تاج‌پوش گیاهان زراعی تغییر دهد (۲۹). عملکرد گیاه نتیجه رقابت بین گیاهان برای دریافت منابع محیطی و همچنین عوامل مدیریتی است (۱۸). فاصله بین بوته‌ها در چگونگی برخورداری گیاه از نور می‌تواند مؤثر باشد. در فواصل کمتر بین بوته، همپوشانی و سایه‌اندازی بیشتری روی برگ‌ها وجود دارد که نفوذ تابش خورشیدی را به برگ‌های پایه کاهش داده و از راه رقابت بیشتر برای نور، کارایی فتوسنتز را کاهش می‌دهد. رقابت برای نور، موجب افزایش مصرف انرژی برای رشد یاخته‌ای شده و انتقال قند به میوه را کاهش می‌دهد (۲۱). در پژوهشی، Truffault و همکاران (۳۰) گزارش کردند که کمبود نیتروژن با تغییر نسبت ریشه به ساقه به نفع ریشه، تخصیص ماده‌های فتوسنتزی به زیست توده را تغییر داد و افزون بر این از راه افزایش انباشت نشاسته و قند در برگ‌ها، اثر منفی بر فعالیت فتوسنتز داشت. در پژوهش دیگری، Singh و Parmar (۲۷) با بررسی چهار سطح نیتروژن بر ویژگی‌های کمی گوجه‌فرنگی گزارش کردند که بیشترین مقدار ماده جامد محلول از مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد. اسیدیته قابل تیتر معیاری برای اسیدهای آلی میوه گوجه‌فرنگی می‌باشد که این ماده، دومین جزء تشکیل دهنده طعم و مزه پس از قند است. میزان نیترات موجود در سبزی‌ها به عوامل متعددی مانند ویژگی‌های خاک، استفاده از کود، شرایط آب و هوایی و نوع کاشت بستگی دارد (۱۴). هنگامی که جذب نیترات بسیار فراتر از جذب گیاه باشد، انباشت نیترات در بافت‌های گیاهی رخ می‌دهد. در محصول‌هایی غیر از بقولات، غلظت‌های بالاتر نیترات تمایل به انباشت در برگ‌ها دارند در حالی‌که غلظت‌های پایین‌تر در سوخ، ژوخه، بذر، میوه و ریشه تجمع می‌یابند. به همین دلیل، سبزی‌های برگ‌دار به عنوان گونه‌های برجسته انباشت نیترات در نظر گرفته می‌شوند (۵). در پژوهشی، Abu-Alrub (۱) گزارش کرد که با افزایش مقدار نیتروژن، اسیدیته قابل تیتر و غلظت نیترات در میوه، افزایش معنی‌داری داشت. هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر آرایش کاشت و نیتروژن بر برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی گوجه‌فرنگی رقم کارون بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۹۷- ۱۳۹۶ به‌صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در دو مکان شامل مزرعه پژوهشی ایستگاه تحقیقات کشاورزی بنداروز با موقعیت جغرافیایی ۲۹ درجه و ۱۲ دقیقه و ۱۶ ثانیه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۵ دقیقه و ۱۱ ثانیه طول شرقی و ارتفاع ۱۱۰ متر از سطح دریا و مزرعه پژوهشی ایستگاه تحقیقات سعدآباد با موقعیت جغرافیایی ۲۹ درجه و ۲۳ دقیقه و ۱۰ ثانیه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۵ دقیقه و ۴۵ ثانیه طول شرقی و ارتفاع ۵۰ متر از سطح دریا انجام شد. اطلاعات هواشناسی منطقه‌ها در شکل ۱ آورده شده است.

آرایش کاشت در دو سطح (یک‌طرفه و دوطرفه) به ترتیب با فواصل بین و روی ردیف ۴۰ × ۱۲۵ و ۵۰ × ۲۰۰ سانتی‌متر به عنوان کرت اصلی و نیتروژن در چهار سطح (صفر، ۹۰، ۱۸۰ و ۲۷۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) از منبع کود اوره به‌عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شدند. تراکم بوته در هر دو روش کاشت، ۲۰۰۰۰ بوته در هکتار بود. خاک در ایستگاه‌های بنداروز و سعدآباد به ترتیب دارای بافت متوسط و بافت شنی بود. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آمده است.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.6.1]

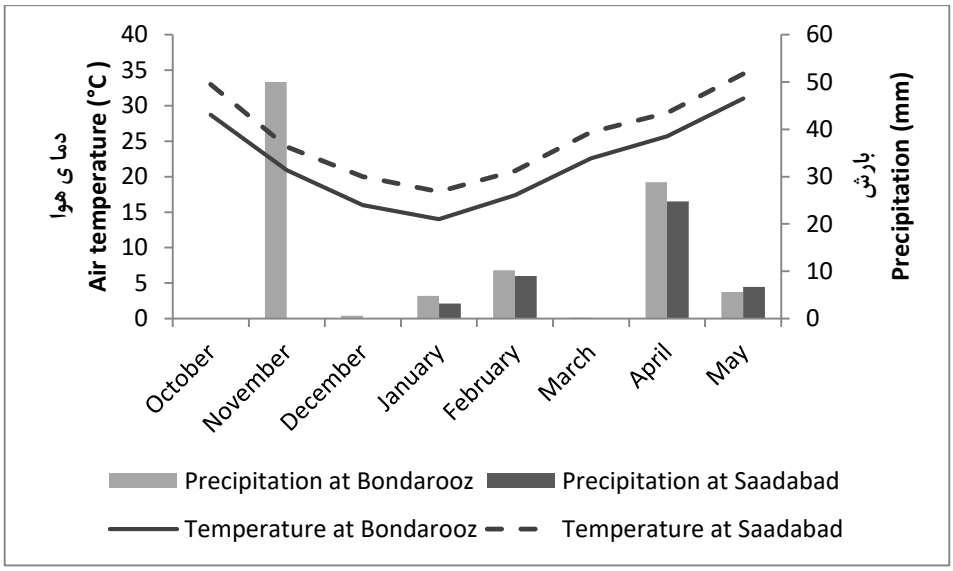

Fig. 1. Air temperature and precipitation in Bondarooz and Saadabad locations.

شکل ۱- دمای هوا و میزان بارش در مناطق بندارو‌ز و سعدآباد.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در دو منطقه بندارو‌ز و سعدآباد.

Table 1. Some of the physical and chemical properties of soil in Bondarooz and Saadabad regions.

مکان Location	عمق Depth (cm)	نیتروژن کل Total N (%)	کربن آلی Organic carbon (%)	فسفر قابل دسترس P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل دسترس K ($mg.kg^{-1}$)	پی‌اچ خاک pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)
بندارو‌ز Bondarooz	0-30	0.035	0.35	6	135	7.8	4.9	67	25	8
سعدآباد Saadabad	0-30	0.017	0.17	2.56	45	7.9	2.64	85	7	8

پیش از انتقال نشا، عملیات آماده‌سازی زمین انجام شد. کودهای فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و عناصر میکرو شامل روی، منگنز و مس از منابع سولفات روی، منگنز و مس (۱۲، ۱۵ و ۷ کیلوگرم در هکتار)، آهن از منبع کلات آهن (۱۰ کیلوگرم در هکتار) بر اساس آزمون خاک و توصیه بخش تحقیقات آب و خاک مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر در تمام کرت‌ها به‌صورت یکسان در داخل جوی و زیر محل استقرار نوارهای آبیاری پیش از انتقال نشاء مصرف شدند. کود نیتروژن بر اساس سطوح تیمار کودی در ۱۰ نوبت مصرف شد. زمان مصرف شامل یک مرحله قبل از کشت و مراحل بعدی از زمان استقرار بوته (۲ هفته پس از انتقال نشا) تا چین دوم به فاصله هر ۱۰ روز از یکدیگر بودند. در تاریخ ۲۷ شهریور ۱۳۹۶ در گلخانه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، بذرهای رقم کارون جهت تولید نشاء در سینی‌های یونولیتی کشت شدند. نشاهای گوجه‌فرنگی پس از ۶ هفته در مرحله چهار تا پنج‌برگی در طول نوارهای آبیاری قطره‌ای در هشت آبان ماه ۱۳۹۶ در هر دو مزرعه کشت شدند (شکل ۲).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.6.1]

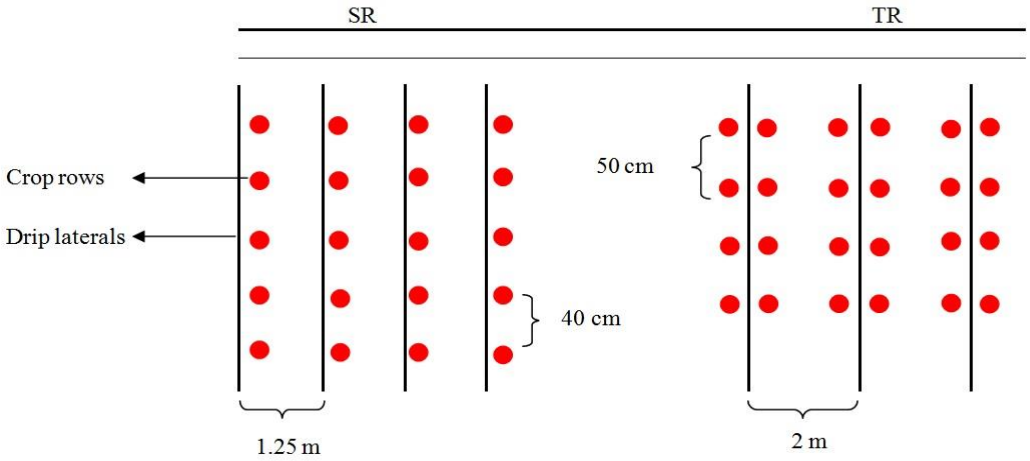

Fig. 2. The schematic layout of drip laterals and plants in different planting patterns, single row (SR) and twin row (TR) planting. Plant density in both planting arrangements was 20000 plant ha^{-1}.

شکل ۲- الگوی آرایش نوارهای قطره‌ای جانبی و بوته‌ها در الگوهای کاشت متفاوت، کاشت یک‌طرفه (SR) و دوطرفه (TR). تراکم بوته در هر دو آرایش کاشت، ۲۰۰۰۰ بوته در هکتار می‌باشد.

طول ردیف‌های کاشت در تمامی تیمارها پنج متر بود. عملیات داشت شامل کوددهی، وجین علف‌های هرز، مبارزه با آفات و بیماری‌ها، کودپاشی و خاک‌دهی بوته‌ها بود. آبیاری، به روش قطره‌ای-نواری بود و با توجه به شرایط آب‌وهوایی و نیاز گیاه به‌طور منظم در زمان مناسب انجام شد. برداشت محصول از ۱۳۹۶/۱۱/۳۰ شروع و ۵ برداشت انجام شد. ویژگی‌های محصول شامل عملکرد تک بوته، ارتفاع بوته، تعداد حفره در میوه، ماده‌های جامد محلول (بریکس)، pH، ویتامین C، اسیدیته قابل تیتر، تجمع نیترات در میوه و بهره‌وری جزئی نیتروژن مورد بررسی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری عملکرد تک بوته، برداشت از خطوط میانی هر کرت انجام شد (۱۳). آب ۱۰ عدد میوه گوجه‌فرنگی توسط دستگاه آبمیوه‌گیری استخراج و پس از عبور دادن از صافی بلافاصله ماده‌های جامد محلول، pH، اسیدیته قابل تیتر و ویتامین C اندازه‌گیری شدند. ماده‌های جامد محلول به وسیله دستگاه رفراکتومتر دیجیتال شرکت ATAGO مدل PAL-3 ساخت کشور ژاپن اندازه‌گیری شد (۴). از pH متر مدل PB3001 شرکت Trans instruments ساخت کشور سنگاپور برای اندازه‌گیری pH عصاره میوه استفاده شد. اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتر از روش تیتراسیون با استفاده از سود ۰/۲ نرمال بود. بدین صورت که سود ۰/۲ نرمال را در بورت ریخته، سپس ۱۰ میلی‌لیتر عصاره آبمیوه را در ظرفی ریخته و چند قطره معرف فنل فتالئین به آن اضافه کرده و به‌وسیله سود آن را تیتر کرده تا رنگ کامل شد و با استفاده از فرمول زیر میزان اسید در آبمیوه به‌دست آمد (۲۲).

$$\text{درصد اسیدیته قابل تیتراسیون} = \frac{\text{اکی والان گرم اسید غالب} \times \text{نرمالیته سود} \times \text{مقدار سود مصرفی}}{۱۰ \times \text{وزن نمونه}}$$

اندازه‌گیری ویتامین C با روش تیتراسیون یدومتری انجام شد (۲). اندازه‌گیری نیترات به روش کالریمتری بعد از احیاء (روش دی آزو) استفاده شد (۷).

فاکتور بهره‌وری جزئی نیتروژن از رابطه زیر به‌دست آمد (۶):

$$PFP = \frac{Yf}{NA} \ (kg\ kg^{-1})$$

در این معادله Yf، عملکرد کل میوه در تیمار نیتروژن و NA نیتروژن مصرفی می‌باشد. تمام اجزای معادله بر حسب کیلوگرم در هکتار بوده و فاکتور بهره‌وری جزئی نیتروژن بر حسب کیلوگرم بر کیلوگرم گزارش شد.

واکاوی داده‌ها

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1.3 و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel 2007 و جهت بررسی یکنواختی واریانس‌های بین دو مکان از آزمون

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.6.1]

Levene's Test استفاده شد. با توجه به اینکه بیشتر ویژگی‌ها در آزمون Levene's Test معنی‌دار شدند، به‌منظور یکنواختی در ارائه نتیجه‌ها، داده‌های هر مکان به‌طور جداگانه مورد واکاوی قرار گرفتند.

نتایج و بحث

عملکرد تک‌بوته

نتیجه‌های تجزیه واریانس نشان داد که در منطقه بنداروز، سطح‌های مختلف نیتروژن و برهمکنش اثر آرایش کاشت در نیتروژن بر عملکرد تک‌بوته در سطح یک درصد معنی‌دار است. مقایسه میانگین‌ها در منطقه بنداروز نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد تک‌بوته به ترتیب از مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در روش کاشت یک‌طرفه و بدون مصرف نیتروژن در روش کاشت دوطرفه به دست آمد (جدول ۲). به طور کلی در کشت یک‌طرفه با افزایش کاربرد نیتروژن تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد تک بوته افزایش و کاربرد ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن منجر به کاهش عملکرد تک بوته در هکتار شد. تعدادی از پژوهشگران گزارش کردند که با افزایش مصرف کود نیتروژن تا میزان مورد نیاز برای هر گیاه، عملکرد افزایش می‌یابد، اما مصرف بیشتر از میزان مورد نیاز گیاه، عملکرد را کاهش می‌دهد (۳۱، ۳۲). کاربرد بیش از حد نیتروژن باعث رشد رویشی بیشتر در گیاه می‌شود که می‌تواند میوه‌دهی و رسیدگی میوه گوجه فرنگی را به تاخیر انداخته و از این راه تولید گوجه‌فرنگی را کاهش دهد (۱). در روش کاشت دوطرفه با افزایش کاربرد کود نیتروژن، عملکرد تک بوته افزایش یافت. در منطقه سعدآباد، تنها اثر سطح‌های مختلف نیتروژن بر این ویژگی معنی‌دار شد. کاربرد ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در مقایسه با تیمار بدون مصرف کود عملکرد تک بوته را به میزان ۱۱۶ درصد افزایش داد (جدول ۳).

ارتفاع بوته

در هر دو منطقه بنداروز و سعدآباد، ارتفاع بوته در سطح پنج درصد، زیر تأثیر سطح‌های مختلف نیتروژن قرار گرفت و با افزایش مصرف نیتروژن، ارتفاع بوته افزایش یافت. مقایسه میانگین‌ها، عامل اصلی این افزایش را نیتروژن نشان می‌دهند که با افزایش کاربرد نیتروژن نسبت به سطح صفر نیتروژن، ارتفاع بوته بیشتر شده است (جدول‌های ۲ و ۳). ارتفاع بوته در کاربرد ۲۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به تیمار بدون کاربرد نیتروژن در بنداروز و سعدآباد، به ترتیب به میزان ۱۲/۲ و ۱۷/۳ درصد این ویژگی را افزایش داد. افزایش کاربرد نیتروژن با افزایش تقسیم یاخته‌ای و تولید شاخ و برگ بیشتر، سرعت فتوسنتز را بالا برده و با توزیع ماده‌های فتوسنتزی و انباشت ماده خشک بیشتر منجر به افزایش ارتفاع بوته می‌شود (۱۷). در پژوهشی، Oyinlola و Jinadu (۲۴) گزارش کردند که ارتفاع بوته گوجه‌فرنگی با افزایش مصرف کود نیتروژن در مقایسه با عدم مصرف کود، ۸۲/۹ درصد افزایش یافت و بیشترین ارتفاع بوته از مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به دست آمد.

تعداد حفره در میوه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نیتروژن بر تعداد حفره در میوه در منطقه‌های بنداروز و سعدآباد در سطح یک درصد معنی‌دار بود. تعداد حفره در میوه در دو منطقه، با افزایش کاربرد از سطح صفر نیتروژن تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار افزایش و با مصرف ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار ثابت ماند. در پژوهشی، Kooner و Randhawa (۱۶) گزارش کردند که تعداد حفره در میوه گوجه‌فرنگی با افزایش مقدار نیتروژن افزایش یافت. دلیل این امر می‌تواند به دلیل تأثیر نیتروژن بر افزایش قطر و درشتی میوه‌ها باشد. اثر برهمکنش عامل‌ها بر تعداد حفره در میوه، در منطقه سعدآباد در سطح یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین تعداد حفره در میوه در سعدآباد از کشت یک‌طرفه × کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین تعداد از تیمار بدون کاربرد نیتروژن در هر دو روش کشت به دست آمد. نژادگان‌های گوجه‌فرنگی با تعداد بیشتر حفره در میوه، در گروه گوجه‌فرنگی‌های گوشتی قرار می‌گیرند. این گروه دارای میوه‌های درشت‌تر و عصاره بیشتر نسبت به سایر نژادگان‌ها هستند (۲۵).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.6.1]

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرهای نیتروژن و برهمکنش آرایش کاشت × نیتروژن بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و کیفی گوجه‌فرنگی در منطقه بندارروز.

Table 2. Mean comparison of nitrogen and interaction of planting pattern × nitrogen on morphologic and qualitative characteristics of tomato in Bondarooz region.

عامل‌ها	سطح‌ها	عملکرد تک بوته	ارتفاع بوته	تعداد حفره در میوه	کل ماده‌های جامد محلول	پ هاش	ویتامین C	اسیدیته قابل تیتر	انباشت نیترات در میوه	عامل بهره‌وری جزئی نیتروژن
Factors	Levels	Plant yield (kg plant^{-1})	Plant height (cm)	Locule number per fruit	Total soluble solids (%)	pH	Vitamin C (mg 100 g fresh fruit^{-1})	Titratable acidity (%)	Nitrate accumulation in fruit (mg kg^{-1})	Partial factor productivity of nitrogen (kg kg^{-1})
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) N (kg ha^{-1})	N0	2.208^{b}	48.55^{c}	5.33^{b}	4.73^{a}	4.33^{a}	24.85^{a}	0.281^{ab}	72.98^{b}	-
	N90	3.170^{a}	49.72^{bc}	6.00^{ab}	4.93^{a}	4.28^{b}	26.82^{a}	0.294^{a}	99.27^{a}	704.5^{a}
	N180	3.499^{a}	53.35^{ab}	6.66^{a}	4.97^{a}	4.32^{a}	23.43^{a}	0.244^{c}	108.30^{a}	388.8^{b}
	N270	3.165^{a}	54.47^{a}	6.67^{a}	5.03^{a}	4.30^{b}	22.82^{a}	0.261^{bc}	93.37^{ab}	234.4^{c}
آرایش کاشت × نیتروژن Planting pattern × N	SR × N0	2.292^{d}	50.00^{a}	5.00^{a}	4.50^{a}	4.36^{a}	21.46^{bc}	0.270^{a}	67.04^{a}	-
	SR × N90	3.938^{a}	50.60^{a}	6.00^{a}	4.57^{a}	4.30^{b}	28.81^{a}	0.279^{a}	111.60^{a}	875.1^{a}
	SR × N180	4.130^{a}	56.07^{a}	7.33^{a}	4.70^{a}	4.30^{b}	28.11^{a}	0.231^{a}	101.50^{a}	458.9^{c}
	SR × N270	3.307^{b}	56.63^{a}	7.00^{a}	4.80^{a}	4.31^{b}	18.17^{c}	0.244^{a}	92.37^{a}	245.0^{e}
	TR × N0	2.124^{d}	47.10^{a}	5.67^{a}	4.97^{a}	4.30^{b}	28.24^{a}	0.292^{a}	78.92^{a}	-
	TR × N90	2.402^{cd}	48.83^{a}	6.00^{a}	5.30^{a}	4.26^{c}	24.82^{ab}	0.309^{a}	86.97^{a}	533.9^{b}
	TR × N180	2.868^{bc}	50.63^{a}	6.00^{a}	5.23^{a}	4.34^{a}	18.74^{c}	0.257^{a}	115.20^{a}	318.7^{d}
	TR × N270	3.022^{b}	52.30^{a}	6.33^{a}	5.27^{a}	4.29^{bc}	27.47^{a}	0.279^{a}	94.38^{a}	223.9^{e}

میانگین‌هایی که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letters are not significantly different according to LSD test at 5% level of probability.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.6.1]

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرهای نیتروژن و برهمکنش آرایش کاشت × نیتروژن بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و کیفی گوجه‌فرنگی در منطقه سعدآباد.

Table 3. Mean comparison of nitrogen and interaction of planting pattern × nitrogen on morphologic and qualitative traits of tomato in Saadabad region.

عامل‌ها	سطح‌ها	عملکرد تک بوته	ارتفاع بوته	تعداد حفره در میوه	کل ماده‌های جامد محلول	پ هاش	ویتامین C	اسیدیته قابل تیتر	تجمع نیترات در میوه	عامل بهره‌وری جزئی نیتروژن
Factors	Levels	Plant yield (kg plant^{-1})	Plant height (cm)	Locule number per fruit	Total soluble solid (%)	pH	Vitamin C (mg 100 g fresh fruit^{-1})	Titratable acidity (%)	Nitrate accumulation in fruit (mg kg^{-1})	Partial factor productivity of nitrogen (kg kg^{-1})
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) N (kg ha^{-1})	N0	0.570^{b}	45.28^{b}	4.00^{c}	4.82^{b}	4.41^{a}	22.01^{b}	0.182^{b}	69.32^{b}	-
	N90	0.984^{a}	48.70^{ab}	4.50^{b}	5.35^{a}	4.32^{b}	38.02^{a}	0.238^{b}	59.07^{b}	218.7^{a}
	N180	1.227^{a}	51.40^{a}	5.00^{a}	5.37^{a}	4.30^{b}	39.08^{a}	0.266^{ab}	84.62^{a}	136.3^{b}
	N270	1.229^{a}	53.12^{a}	5.00^{a}	5.35^{a}	4.28^{b}	32.37^{a}	0.336^{a}	96.65^{a}	91.0^{c}
آرایش کاشت × نیتروژن Planting pattern × N	SR × N0	0.654^{a}	44.87^{a}	4.00^{d}	4.77^{d}	4.42^{a}	23.60^{a}	0.202^{a}	66.11^{a}	-
	SR × N90	1.049^{a}	45.63^{a}	5.00^{abc}	5.07^{cd}	4.33^{a}	41.41^{a}	0.270^{a}	46.81^{a}	233.2^{a}
	SR × N180	1.278^{a}	49.90^{a}	5.67^{a}	5.07^{cd}	4.31^{a}	36.81^{a}	0.270^{a}	81.98^{a}	142.0^{b}
	SR × N270	1.452^{a}	52.80^{a}	4.67^{bcd}	5.40^{ab}	4.32^{a}	29.94^{a}	0.257^{a}	85.53^{a}	107.5^{bc}
	TR × N0	0.486^{a}	45.70^{a}	4.00^{d}	4.87^{d}	4.40^{a}	20.43^{a}	0.163^{a}	72.52^{a}	-
	TR × N90	0.919^{a}	51.77^{a}	4.00^{d}	5.63^{a}	4.32^{a}	34.62^{a}	0.206^{a}	71.33^{a}	204.2^{a}
	TR × N180	1.18^{a}	52.90^{a}	4.33^{cd}	5.67^{a}	4.29^{a}	41.34^{a}	0.261^{a}	87.27^{a}	130.6^{b}
	TR × N270	1.00^{a}	53.43^{a}	5.33^{ab}	5.30^{bc}	4.25^{a}	34.79^{a}	0.416^{a}	107.8^{a}	74.47^{c}

میانگین هایی که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letters are not significantly different according to LSD test at 5% level of probability.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.6.1]

کل ماده‌های جامد محلول

در منطقه‌های بنداروز و سعدآباد اثر عامل اصلی آرایش کاشت بر ماده‌های جامد محلول معنی‌دار شد. در دو منطقه بیشترین و کمترین مقدار ماده‌های جامد محلول کل به ترتیب از کشت‌های دوطرفه و یک‌طرفه به دست آمد (شکل ۳-الف و ۳-ب). در منطقه سعدآباد اثرهای عامل اصلی نیتروژن و همچنین برهمکنش آرایش کاشت در نیتروژن، بر کل ماده‌های جامد محلول تأثیر معنی‌داری داشت. مقدار نیتروژن اثر معنی‌داری بر ماده خشک و میزان عصاره در میوه‌ها دارد (۱۵). بیشترین مقدار کل ماده‌های جامد محلول از کشت دوطرفه با کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین مقدار از کشت یک‌طرفه و بدون مصرف کود نیتروژن به دست آمد. تفاوت بین تیمارهای بیشینه و کمینه در حدود ۱۸/۹ درصد بود. در فواصل بیشتر بین ردیف به دلیل نفوذ نور بیشتر، فعالیت‌های فتوسنتزی افزایش یافته و به دنبال تولید ماده‌های فتوسنتزی بیشتر، مقدار TSS[۱] افزایش می‌یابد (۱۹).

pH

اثرهای اصلی آرایش کاشت و سطوح نیتروژن به ترتیب در سطح پنج و یک درصد و برهمکنش بین آن‌ها در سطح یک درصد روی pH در منطقه بنداروز معنی‌دار بود. مقدار pH در کشت یک‌طرفه با افزایش مصرف نیتروژن تا سطح ۹۰ کیلوگرم، کاهش یافت و با کاربرد مقادیر بیشتر، ثابت ماند. در کشت دوطرفه با افزایش کاربرد نیتروژن روند مشخصی مشاهده نشد. تیمار بدون مصرف کود نیتروژن در آرایش کاشت یک‌طرفه در مقایسه با تیمار کاربرد ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در کاشت دوطرفه، pH را به میزان ۲/۳ درصد افزایش داد (جدول ۲). در سعدآباد اثر سطوح نیتروژن بر pH در سطح یک درصد معنی‌دار شد، با افزایش کاربرد نیتروژن، مقدار pH در این منطقه کاهش یافت. کاهش pH عصاره میوه در اثر افزایش کاربرد نیتروژن درگوجه‌فرنگی، گزارش شده است (۲۶). در اثر افزایش کاربرد نیتروژن، مقادیر بیشتری از کربوهیدرات‌های ذخیره شده به اسیدهای آلی تبدیل شده و باعث افزایش غلظت عصاره میوه می شوند؛ در نتیجه نیترات کاهش یافته و در نهایت pH را کاهش می‌دهند.

ویتامین C

اثر برهمکنش آرایش کاشت و نیتروژن بر ویتامین C در بنداروز معنی‌دار شد. بیشترین مقدار ویتامین C از آرایش کاشت یک‌طرفه و مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین مقدار از آرایش کاشت یک‌طرفه و مصرف ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد. تفاوت بین بیشترین و کمترین مقدار ۵۸/۶ درصد بود. در سعدآباد اثر عامل نیتروژن بر ویتامین C معنی‌دار شد. بیشترین و کمترین مقدار ویتامین C به ترتیب از کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و بدون کاربرد نیتروژن به دست آمد. تعدادی از مطالعه‌ها نشان داده‌اند که استفاده از کود نیتروژن باعث کاهش میزان ویتامین C در گوجه‌فرنگی شده است (۲۳)، همچنین، گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد کود نیتروژن ممکن است هیچ تاثیری نداشته باشد یا حتی ممکن است محتوای ویتامین C را در برخی از گیاهان افزایش دهد. علت این تفاوت‌ها را می‌توان به برهمکنش بین شرایط آب و هوایی و به اثر کاربرد کود روی ویتامین C نسبت داد (۲۰، ۲۸).

اسیدیته قابل تیتر

اثر سطوح مختلف نیتروژن بر اسیدیته قابل تیتر در بنداروز و سعدآباد به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد داشت. در منطقه بنداروز بیشترین و کمترین اسیدیته قابل تیتر به ترتیب از کاربرد ۹۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد، در حالی‌که در منطقه سعدآباد با افزایش کاربرد نیتروژن، اسیدیته قابل تیتر افزایش یافت و بیشترین مقدار از تیمار ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین مقدار از تیمار بدون مصرف نیتروژن به دست آمد (جدول‌های ۲ و ۳). نتایج منطقه سعدآباد با نتایج Abu-Alrub همخوانی دارد. آن‌ها گزارش کردند که با افزایش مقدار نیتروژن، اسیدیته قابل تیتر، افزایش یافت. در منطقه سعدآباد، اثر عامل اصلی آرایش کاشت روی اسیدیته قابل تیتر معنی‌دار شد و بیشترین اسیدیته قابل تیتر از آرایش کشت دوطرفه به دست آمد (شکل ۳-د).

۱- Total soluble solids

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.6.1]

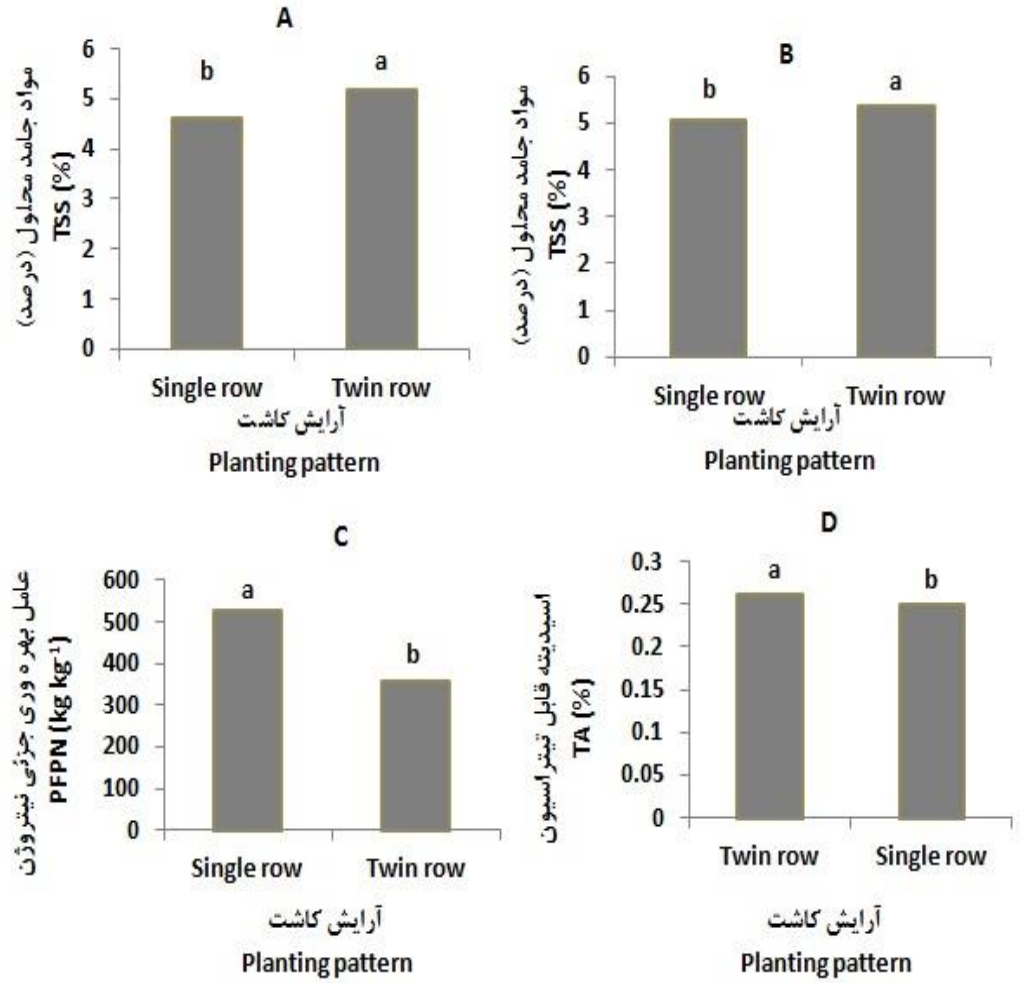

Fig. 3. Effect of planting pattern on TSS in Bondarooz (A) and Saadabad (B), effect of planting pattern on partial factor productivity of nitrogen in Bondarooz (C) and effect of planting pattern on titratable acidity in Saadabad (D).

شکل ۳- اثر آرایش کاشت بر ماده‌های جامد محلول در بنداروز (الف) و سعدآباد (ب)، اثر آرایش کاشت بر عامل بهره‌وری جزئی نیتروژن در بنداروز (ج) و اثر آرایش کاشت بر اسیدیته قابل تیتر در سعدآباد (د).

انباشت نیترات در میوه

اثر عامل اصلی نیتروژن بر انباشت نیترات در میوه در مناطق بنداروز و سعدآباد به ترتیب در سطح پنج درصد و یک درصد معنی‌دار شد. به طور کلی با افزایش کاربرد نیتروژن مقدار انباشت نیترات در هر دو منطقه افزایش یافت. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود بیشترین و کمترین مقدار انباشت نیترات در بنداروز به ترتیب از مصرف ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تیمار بدون مصرف کود به دست آمد. در منطقه سعدآباد بیشترین و کمترین مقدار انباشت نیترات از کاربرد ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تیمار بدون کاربرد کود نیتروژن به دست آمد (جدول ۳). نیتروژن، از اجزای اصلی پروتئین‌ها می‌باشد و زمانی که گیاه در شرایط غیر عادی مانند مصرف بیش از حد کودهای نیتروژنه رشد کند تولید پروتئین کاهش یافته و نیتروژن به شکل غیرپروتئینی در اندام‌های گیاه انباشت می‌یابد (۱۰). در پژوهشی گزارش شد که با افزایش کاربرد نیتروژن در گوجه‌فرنگی، غلظت نیترات در میوه افزایش معنی‌دار داشت (۱).

عامل بهره‌وری جزئی نیتروژن

اثر عامل‌های اصلی آرایش کاشت و نیتروژن و برهمکنش بین آن‌ها روی بهره‌وری جزئی نیتروژن در بنداروز در سطح یک درصد معنی‌دار بود. در بین سطوح آرایش کاشت، بیشترین و کمترین بهره‌وری جزئی نیتروژن به ترتیب از کاشت یک‌طرفه و دوطرفه به دست آمد (شکل ۳-ج). در بین سطوح نیتروژن بیشترین و کمترین مقدار بهره‌وری جزئی نیتروژن به ترتیب از

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.6.1]

کاربرد ۹۰ و ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد. همچنین با توجه به جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود که تیمار کاشت یک‌طرفه و کاربرد ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، بیشترین بهره‌وری جزئی نیتروژن و تیمار کاشت دوطرفه و کاربرد ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، کمترین مقدار را نشان دادند. در سعدآباد سطوح نیتروژن اثر معنی‌دار روی عامل بهره‌وری جزئی نیتروژن داشت. اثرهای مثبت کود نیتروژن بر عملکرد میوه مسئول افزایش عامل بهره‌وری جزئی نیتروژن در سطوح کمتر نیتروژن می‌باشد (۳). در پژوهشی، Harmon و همکاران (۹) گزارش کردند که افزایش مصرف کود باعث افزایش تلفات آب‌شویی نیتروژن و در نتیجه کاهش عامل بهره‌وری جزئی نیتروژن شد.

نتیجه‌گیری

اثرگذاری عامل اصلی نیتروژن بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده بیشتر از آرایش کاشت بود. با افزایش کاربرد نیتروژن ویژگی‌های عملکرد تک‌بوته، ارتفاع بوته، تعداد حفره در میوه، کل ماده‌های جامد محلول، اسیدیته قابل تیتر و تجمع نیترات افزایش یافتند. در مقابل، پی‌اچ،بهره‌وری جزئی نیتروژن و میزان ویتامین C (در منطقه بنداروز) با افزایش کاربرد نیتروژن روند کاهشی را نشان دادند.

منابع References

1. Abu-Alrub, I. 2019. Effect of different rates of nitrogen and phosphorus fertilizers on yield and quality of greenhouse tomato Under the UAE condition. EC Agr. 5: 139-146.
2. Babazadeh Darjazi, B. 2013. Comparison of vitamin C in mandarin (Citrus Blanco) cultivars. Eco-phytoch. J. Med. Plants. 1(3): 82-95. (In Persian)
3. Bai, S., Kang, Y. and Wan, S. 2020. Drip fertigation regimes for winter wheat in the North China Plain. Agr. Water. Manage. 228: 1-10.
4. Behzadi, B., and M. Rakhshanderoo. 2014. Determination of the best planting pattern of drip-Tape irrigated tomatoes. Seed Plant Prod. J. 30(4): 389-400. (In Persian)
5. Colla, G., Kim, H.J., Kyriacou, M.C. and Rouphael, Y. 2018. Nitrate in fruits and vegetables. Sci. Hort. 237: 221-238.
6. Elia, A., and G. Conversa. 2012. Agronomic and physiological responses of a tomato crop to nitrogen input. Eur. J. Agron. 40: 64-74.
7. Emami, A. 1996. Methods of plant analysis. Technical publication. Soil and water research institute, Tehran, Iran. 182p. (In Persian)
8. Food and Agriculture Organization 2019. Statistics: FAOSTAT agriculture. Available at: http://fao.org/crop/statistics (Accessed: 22 November 2019)
9. Harmon, X., Boyer, C.N., Gwathmey, C.O., Larson, J.A. and Roberts, R.K., 2017. Selecting cotton yield response function to estimate profit-maximizing potassium fertilization rates for cotton production in Tennessee. J. Plant Nutr. 40(11), pp.1547-1556.
10. Hernandes, M. 2000. Nitrate: Toxic Agent list. CU toxic plant pages, pp.211-212.
11. Heuvelink, E. 2018. Tomatoes. CABI, Boston, MA. 390p.
12. Iranian Agriculture's statistics, agronomic products. 2020. Ministry of Agriculture, 97p. (In Persian)
13. Khazaei, H., and A. Zarea Feizabadi. 2013. Assessment of fruit yield and quality of tomato varieties in one and several times hand-harvesting. Seed Plant Prod. J. 29(2), 235-249. (In Persian)
14. Kmecl, V., T. Knap and D. Žnidarčič. 2017. Evaluation of the nitrate and nitrite content of vegetables commonly grown in Slovenia. Italian J. Agron. 12(2): 79-84.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.6.1]

15. Kobryn, J., and E. Hallmann. 2004. The effect of nitrogen fertilization on the quality of three tomato types cultivated on rockwool. In Inter. Conf. on Sustain. Greenhouse Systems-Greensys2004 691: 341-348).
16. Kooner, K.S., and K.S. Randhawa. 1989. Effect of varying levels and sources of nitrogen on yield and processing qualities of tomato varieties. In VI Symposium on the Timing of Field Production of Vegetables 267: 93-100.
17. Lucas, F.T., B.M.M.N. Borges, and E.L.M. Coutinho. 2019. Nitrogen fertilizer management for maize production under tropical climate. Agron. J. 111(4): 2031-2037.
18. Maboko, M.M., C.P. Du Plooy, and S. Chiloane. 2017. Yield of determinate tomato cultivars grown in a closed hydroponic system as affected by plant spacing. Hort. Bras. 35: 258-264.
19. Mirza, A., A. Devi and J. Singh. 2018. Implication of Planting Dates and Geometrical Patterns on Growth, Yield and Quality of Strawberry cv. Chandler in Sub-tropical Conditions. Ann. Biol. 34(2), 155-161.
20. Mozafar, A. 1993. Nitrogen fertilizers and the amount of vitamins in plants: a review. J. Plant Nutr. 16(12): 2479-2506.
21. Mueller, S., and A.F. Wamser. 2009. Combinação da altura de desponte e do espaçamento entre plantas de tomate. Hort. Bras. 27(1): 64-69.
22. Nielsen, S.S. 2017. Food analysis. Springer, New York,. 649p.
23. Ochoa-Velasco, C.E., R. Valadez-Blanco, R. Salas-Coronado, F. Sustaita-Rivera, B. Hernández-Carlos, S. García-Ortega, and N.F. Santos-Sánchez. 2016. Effect of nitrogen fertilization and Bacillus licheniformis biofertilizer addition on the antioxidants compounds and antioxidant activity of greenhouse cultivated tomato fruits (*Solanum lycopersicum* L. var. Sheva). Sci. Hort. 201, 338-345.
24. Oyinlola, E.Y., and S.A. Jinadu. 2012. Growth, yield and nutrient concentrations of tomato as affected by soil textures and nitrogen. Asian J. Agr. Res. 6(1): 39-45.
25. Prohens, J., and F. Nuez. 2008. Tomato, p. 249-323. In: Diez, M. J., and F. Nuez. (eds.). Handbook of plant breeding. Vol. 2. Vegetables II: Fabaceae, Liliaceae, Solanaceae and Umbelliferae. Springer, New York, NY.
26. Reboucas, T.N.H., J.S. Porto, J.S. Jesus and M.O.B. Moraes. 2014. Effects of different nitrogen sources and levels on tomato fruit quality. In XXIX International Horticultural Congress on Horticulture: Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes (IHC2014): VI 1106, pp. 79-84.
27. Singh, A.K., A.S. Parmar, and R. Pathak. 2002. Effect of spacing and nitrogen doses on yield and its attributes of determinate and indeterminate types of hybrid tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). Prog. Hort. 34(2), 215-217.
28. Takebe, M., and T. Yoneyama. 1992. Plant growth and ascorbic acid 1: Changes of ascorbic acid concentrations in the leaves and tubers of sweet potato (Ipomea batatas Lane) and potato (*Solanum tuberosum* L.). Nippon Dojo Hiryogaku Zasshi, 63: 447-454.
29. Thapa, S., B.A. Stewart, Q. Xue, and Y. Chen. 2017. Manipulating plant geometry to improve microclimate, grain yield, and harvest index in grain sorghum. PloS One 12: 1-14.
30. Truffault, V., M. Ristorto, E. Brajeul, G. Vercambre, and H. Gautier. 2019. To stop nitrogen overdose in soilless tomato crop: A way to promote fruit quality without affecting fruit yield. Agronomy, 9 (2): 1-20.
31. Wang, H., J. Li, M. Cheng, F. Zhang, X. Wang, J. Fan, L. Wu, D. Fang, H. Zou, and Y. Xiang. 2019. Optimal drip fertigation management improves yield, quality, water and nitrogen use efficiency of greenhouse cucumber. Sci. Hort. 243: 357-366.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.6.1]

32. Xing, Y., F. Zhang, L. Wu, J. Fan, Y. Zhang, and J. Li. 2015. Determination of optimal amount of irrigation and fertilizer under drip fertigated system based on tomato yield, quality, water and fertilizer use efficiency. Trans. Chinese Soc. Agr. Engin. 31: 110-121.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.6.1]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 22 (3): 313-324 (2021)
Research article

Effect of Single and Twin Row Planting Pattern and Different Levels of Nitrogen on Some Quantitative and Qualitative Traits of Tomato (*Solanum lycopersicum* L. 'Karoon')

B. Behzadi, A. Biabani, M. Modarresi, M. Zolfi Bavariani, N. Nasrollahi and A. Rahemi Karizaki[1]

Optimal planting pattern and proper nutritional management, especially the vital element of nitrogen, are among the most important and influential factors on the quantitative and qualitative traits of tomatoes. Two experiments were performed in two regions in Agricultural Research Stations of Bushehr Province in 2017-18 crop year in the form of split plots in a randomized complete block design with three replications. The main plot consisted of two planting patterns (single row and twin row) and the sub-plot consisted of four nitrogen levels (0, 90, 180 and 270 kg ha^{-1} nitrogen). The results showed that the interaction effect of nitrogen × planting pattern in Bondarooz region had a significant effect on single plant yield, vitamin C, pH and partial factor productivity of nitrogen. In Saadabad region, the interaction of planting pattern and nitrogen on the number of locules per fruit and total soluble solids was significant. In Bondarooz, the highest and lowest single plant yields were obtained by application of 180 kg ha^{-1} nitrogen in single row planting method and without nitrogen application in twin row planting method, respectively. In Saadabad, application of 270 kg ha^{-1} nitrogen increased the yield of single plant by 116% compared to no application of fertilizer. The most important reason for the difference in yields between two regions was the amount of soil organic matter. In this experiment, it was found that the effect of nitrogen factor on the measured properties was greater than the planting pattern.

Keywords: Number of locule, Partial factor productivity of nitrogen, Planting pattern, Total soluble solids, Vitamin C.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.6.1]

1. Ph.D. Student, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Golestan, Iran, and Horticultural Crops Research Department, Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bushehr, Associate Professor, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Golestan, Assistant Professor, Department of Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr, Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center , AREEO, Bushehr, Ph.D graduated in Inorganic Chemistry, Shiraz University, Shiraz and Assistant Professor, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Golestan, Iran, respectively.
* Corresponding Author, Email: (behzadi_res@yahoo.com).