نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال چهاردهم / شماره چهارم / زمستان ۱۴۰۳/ مقاله علمی-پژوهشی: صفحات ۷۵ تا ۸۷

نقش کودهای حاوی فسفر بر خصوصیات کمی و کیفی میوه گوجه‌فرنگی در کشت گلخانه‌ای

نسرین توفیقیان [۱]، سمیه رستگار*[۲] و عبدالنبی باقری[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۰۷)

چکیده

به‌منظور بررسی نقش کودهای حاوی فسفر بر خصوصیات کمی و کیفی میوه گوجه‌فرنگی در کشت گلخانه‌ای، این تحقیق به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٤ تکرار در آذرماه ۱۴۰۱ در گلخانه‌ای در حاجی‌آباد استان هرمزگان انجام شد. نتایج این پژوهش نشان داد بیشترین میزان وزن میوه (۱٤٥ گرم)، طول میوه (٤/۹۸ سانتی‌متر)، قطر میوه (٦/۹٥ سانتی‌متر)، حجم میوه (١٦٤)، وزن کل یک خوشه (٦۳۷ گرم) و تعداد میوه‌های یک خوشه (٦/۸) با کاربرد ۲۰-۲۰-۲۰ (N-P-K) + سوپرفسفات‌تریپل به‌دست آمد. هم‌افزایی کودها برصفات کیفی میوه نشان داد که بیشترین میزان مواد جامد محلول میوه با کاربرد کود اسیدفسفریک ۷٥٪ مشاهده شد. کاربرد کودهای فسفر توانست میزان اسیدیته قابل تیتراسیون را افزایش دهد. بیش‌ترین میزان فنل (۰/۷٤ میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم وزن تر) با کاربرد کود ۲۰-۲۰-۲۰ + اسید فسفریک در میوه ها مشاهده شد. کودهای فسفر به‌تنهایی و در ترکیب با کود کامل نقش موثری در افزایش محتوی فلاونوئید میوه داشتند. به‌طور کلی با توجه به خصوصیات مختلف مورد بررسی، کاربرد کود ۲۰-۲۰-۲۰ + سوپرفسفات‌تریپل جهت بهبود خصوصیات مختلف میوه گوجه فرنگی پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسیدفسفریک، سوپرفسفات‌تریپل، گوجه گلخانه ای

۱و ۲. به ترتیب دانشجو کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه هرمزگان، هرمزگان، ایران
۳. استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، هرمزگان، ایران
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: rastegarhort@gmail.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.32343]

مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill) از خانواده Solanaceae یکی از محصولات سبزی و صیفی بسیار مهم در دنیا است. کشت گوجه‌فرنگی در گلخانه، میوه تازه را برای مصرف‌کننده در تمام طول سال فراهم می‌کند (٦). از دیدگاه اقتصادی محصول گوجه‌فرنگی پس از سیب‌زمینی، دومین محصول پرارزش کشاورزی محسوب شده و از لحاظ مصرف سرانه پس از آن قرار دارد که به دو صورت تازه و فرآوری شده مصرف می‌شود و به همین خاطر طی سال‌های اخیر میزان تولید آن در سراسر جهان افزایش پیدا کرده است. گوجه‌فرنگی میوه‌ای غنی از ویتامین آ و ث است که البته در اکثر تقسیم‌بندی‌ها به‌عنوان سبزی میوه‌ای تلقی می‌شود (۹).

تغذیه معدنی، نقش مهمی در افزایش توان تولیدی گیاهان دارد (۱۸). فسفر (P) یک ماکرومولکول حیاتی است که نقش مهمی در رشد و متابولیسم گیاه دارد. فسفر خاک معمولاً رشد گیاه را به‌دلیل تحرک ضعیف محدود می‌کند. در حال حاضر، غلبه بر کمبود فسفر و افزایش در دسترس بودن فسفر خاک یک مسئله ضروری برای دستیابی به بهره‌وری بالای محصول است که نیاز به استفاده از مقادیر زیادی کود فسفر غیر آلی در اکوسیستم‌های کشاورزی را برجسته می‌کند (۲۸).

حاجیان و همکاران (۱۰) به‌منظور بررسی نقش نسبت‌های مختلف تغذیه با کودهای حاوی نیتروژن، فسفر و پتاسیم (NPK) بر خواص کمی و کیفی گوجه‌فرنگی رقم سوپراستون، آزمایشی اجرا کردند. در این پژوهش تلفیق نسبت ۲۰-۲۰-۲۰ از کودهای NPK در مرحله رویشی با نسبت‌های بالای پتاسیم به‌خصوص نسبت ۳۸-۱۱-۳ از کودهای NPK هم در عملکرد نهایی و کیفیت میوه تأثیر بیشتری به‌همراه داشت. در پژوهشی تأثیر کودهای فسفره با ترکیبات مختلف را بر عملکرد محصول گوجه‌فرنگی بررسی کردند. این مطالعه نشان داد که از بین کودهای فسفره افزودن فسفات منیزیم آمونیوم بر عملکرد گوجه‌فرنگی تأثیر مثبت دارد (۲). در تحقیقی تأثیر کود فسفر را بر روی رشد گوجه‌فرنگی بررسی و گزارش دادند که کاربرد فسفر باعث افزایش جذب فسفر و ماده خشک گیاه گوجه‌فرنگی شد (۱۱). محققین گزارش دادند که استفاده از سطوح مختلف کود نیتروژن و فسفر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی را به طور معنی‌داری افزایش داد. بیشترین تعداد گل، تعداد میوه، ارتفاع بوته، شاخص برداشت، تعداد میوه در بوته و میزان عملکرد میوه در هکتار با کاربرد ترکیبی نیتروژن (۱۰۰٪) + فسفر (۷۵٪) ثبت شد. درحالی‌که حداکثر مدت زمان برداشت، طول میوه، قطر میوه و میانگین وزن میوه، با کاربرد توام نیتروژن (۷۵٪) + فسفر (۱۰۰٪) ثبت شد. این نتایج نشان داد که تولید بهینه گوجه‌فرنگی را می‌توان با کاربرد تلفیقی نیتروژن (۱۰۰٪) + فسفر(۷۵٪) به‌دست آورد (۵).

استفاده از کودهای شیمیایی ازقبیل نیتروژن، فسفر و پتاسیم (NPK) و همچنین کوهای فسفر بالا در مراحل رشد رویشی و زایشی در گیاه گوجه‌فرنگی، که بتواند گلدهی، کیفیت و عملکرد در این محصول را افزایش دهد یکی از ضرورت‌های اساسی برای تولید این محصول است. در این پژوهش تلاش می‌شود تا با بررسی اثر هم‌افزایی کودهای حاوی فسفر با کود ۲۰-۲۰-۲۰ (N-P-K) روی گیاه گوجه‌فرنگی رقم دافنیس، بتوان به صفات مرغوب‌تری در گیاه گوجه‌فرنگی رسید.

مواد و روش‌ها

مشخصات محل آزمایش: این پژوهش در آذر ماه ۱۴۰۱ در گلخانه‌ای در سایت گلخانه‌ای علی‌آباد حاجی‌آباد هرمزگان انجام شد. این گلخانه با طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۹۵ دقیقه و عرض ۲۸ درجه و ۳۱ دقیقه با ارتفاع ۱۲۰۰ متر از سطح دریا و حداقل دما ۱- درجه سانتی‌گراد و حداکثر دمای ٤٧ درجه سانتی‌گراد است.

روش انجام پژوهش: این تحقیق به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با ٤ تکرار انجام شد. برای این منظور بذور گوجه‌فرنگی رقم دافنیس (رشد نامحدود) در تاریخ ۱٤۰۱/۸/۲٤ در سینی‌هایی با حفره‌های ۱۰۵ تایی با مخلوط پیت ماس و کوکوپیت به نسبت ۱/۳ پیت‌ماس و ۲/۳ کوکوپیت

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.32343]

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

عمق خاک (سانتی‌متر)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	pH	کربن آلی	ازت کل (درصد)	آهک (درصد)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک
۰-۳۰	۰/۹۱	۷/۷۳	۰/۴۳	۰/۰۴	۳۹/۷	۲۳۲	۷	۲۴	۶۲	۱۴	سیلت لوم

کشت شدند. . آبیاری اول با آب و آبیاری دوم به نسبت ۲ در هزار از اسید هیومیک جهت تسریع در جوانه‌زنی استفاده شد. پس از جوانه‌زنی و سبز شدن بذور در مرحله ۲ برگی تغذیه نشاها با کود ۱۰-۵۲-۱۰ (N-P-K) به نسبت ۱ در هزار انجام شد. آبیاری با توجه میزان رطوبت موجود در سینی‌ها دو روز در میان انجام شد. در مرحله ٤ برگی برای جلوگیری و پیشگیری از بوته‌میری از قارچ‌کش هایمکسازول به نسبت ۱ در هزار به‌صورت غوطه‌ور کردن ته سینی نشا در محلول استفاده شد همچنین در این مرحله در نوبت دیگر آبیاری از کلپ ریشه جهت افزایش حجم ریشه نشا به نسبت ۱ در هزار به‌صورت غوطه‌ور کردن سینی و آغشته شدن ریشه در محلول استفاده شد. همچنین از کود نیترات کلسیم به نسبت ۱ در هزار در نوبت بعدی آبیاری استفاده شد. انتقال نشا بعد از ٤٥ روز در تاریخ ۱٤۰۱/۱۰/۹ انجام شد. گلدان‌های پلاستیکی به حجم ۱۰ کیلوگرم خاک به‌عنوان بستر کشت اصلی در نظر گرفته شد. خصوصیات خاک مورد استفاده در جدول ۱ نشان داده شده است. انتهای گلدان‌ها چند سوراخ جهت زهکشی تعبیه شد و سپس نشاها به گلدان‌ها منتقل شدند. دو مرحله اسیدهیومیک به میزان ٥٥ گرم برای تعداد ٥٥۰ بوته نشا تزریق شد (۲/٥ کیلوگرم در هکتار). لازم به ذکر است که آبیاری با آب‌پاش انجام گرفت. اولین اعمال تیمار در تاریخ ۱٤۰۱/۱۱/۱٤ انجام شد. هر تیمار ۳۰ بوته در نظر گرفته شد. سه نوبت کوددهی به فاصله ۱٥ روز یکبار صورت گرفت. در ضمن فقط هرس شاخه جانبی انجام شد و هرس برگ و میوه صورت نگرفت و بوته‌ها با نخ به قیم بسته شدند.

مقادیر کودهای مصرفی: ۲۰-۲۰-۲۰ (N-P-K) مقدار ۳۰ گرم برای ۳۰ بوته (هر گلدان ۱ گرم)، ۱۰-۵۲-۱۰ مقدار ۳۰ گرم برای ۳۰ بوته (هر گلدان ۱ گرم)، اسیدفسفریک (۷٥٪) ۱۸۰ سی سی برای ۳۰ بوته (هر گلدان ٦ سی‌سی) و سوپر فسفات تریپل ۱۸۰ گرم برای ۳۰ بوته (هر گلدان ٦ سی‌سی).

شرایط متوسط دمایی گلخانه در زمستان ۱۸-۱٥ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ٦۰ درصد و در فروردین و اردیبهشت‌ماه دما ۲۸-۲٥ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۷۰-٦۰ ٪ بود. برای خنک کردن سیستم فن و پد و برای گرمایش از بخاری گازسوز استفاده شد. سرانجام در تاریخ ۱٤۰۲/۲/۹ میوه‌ها برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند و صفات زیر اندازه‌گیری شد.

طول و قطر میوه: طول و قطر میوه با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شدند.

حجم میوه: برای اندازه‌گیری حجم میوه، وزن تر میوه با ترازوی دقیق اندازه‌گیری و حجم میوه از طریق اختلاف حجم ایجاد شده پس از قرار دادن در حجم مشخصی از آب محاسبه شد.

تعداد میوه‌های یک خوشه و وزن کل یک خوشه: تعداد میوه‌های یک خوشه شمارش و سپس یک خوشه توسط ترازو وزن شد.

متوسط وزن میوه: پس از برداشت میوه‌ها، میوه با استفاده از ترازو وزن شدند.

تهیه عصاره: جهت تهیه عصاره ده گرم از گوشت چند میوه را برداشته و با ترازوی دیجیتالی وزن کرده، در هاون چینی سابیده شد و با ۳۰ میلی‌لیتر آب دو بارتقطیر مخلوط شد، در فالکون ٥۰ ریخته به مدت ۲٤ ساعت در یخچال نگهداری کرده، سپس

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.32343]

با سرعت شش هزار دور در دقیقه به مدت ده دقیقه و دمای ٤ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد. از روشناور این عصاره برای اندازه‌گیری قندکل (TSS) و اسید قابل تیتراسیون (TA) استفاده شد (۱۵).

اندازه‌گیری مواد جامد محلول کل (TSS): ابتدا دستگاه را با آب مقطر کالیبره کرده و سپس چند قطره عصاره میوه روی صفحه دستگاه رفرکتوفتومتر مدل (ATCIE-ATAGO ساخت ژاپن) ریخته شد و میزان مواد جامد محلول برحسب درجه بریکس قرائت شد.

اسیدیته قابل‌تیتراسیون (TA): جهت اندازه‌گیری میزان اسیدیته میوه 10 (TA) میلی‌لیتر از روشناور عصاره را در ارلن ریخته و به آن دو قطره فنل‌فتالئین اضافه کرده و با استفاده از سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH 2/8 تیتراسیون انجام شد و میزان سود مصرفی ثبت شد. اسیدیته با استفاده از فرمول زیر محاسبه و بر حسب درصد بیان شد (١٦).

$$\% \text{ اسیدیته قابل تیتراسیون} = \frac{\text{اکی والان اسید} \times \text{نرمالیته سود} \times \text{حجم سود مصرفی}}{\text{حجم عصاره}} \times 100$$

تهیه عصاره متانولی: برای تهیه عصاره متانولی یک گرم از گوشت چند میوه وزن کرده و با ۷ میلی‌لیتر متانول در هاون چینی ساییده ودر فالکن ۱۵ ریخته و٢٤ ساعت در یخچال گذاشته و بعد از ٢٤ ساعت در دور شش هزار به مدت ده دقیقه سانتریفیوژ شد. از روشناور این عصاره برای آزمایشات فنول، فلاونویید و آنتی اکسیدانت استفاده شد.

اندازه‌گیری فنل کل: برای اندازه‌گیری محتوای فنل کل از معرف فولین سیوکالتو استفاده شد. ۳۰۰ میکرولیتر عصاره، ۱۵۰۰ میکرولیتر معرف فولین (فولین ۱ به ۱۰ با آب مقطر رقیق شد) بعد از ۵ دقیقه ۱۲۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۷ درصد و ۹۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد بعد از ۹۰ دقیقه جذب در طول موج ۷۵۰ نانومتر به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (سسیل ۲۵۰۱، ساخت انگلستان) قرائت شد (٢٦). برای تهیه منحنی کالیبراسیون از غلظتهای مختلف اسیدگالیکاستفاده شد. در نهایت نتایج به‌صورت میلی‌گرم اسیدگالیک بر گرم وزن تر گزارش شد.

اندازه‌گیری فلاونوئید: اندازه‌گیری میزان فلاونوئید میوه از روش چانگ و همکاران (٤) با کمی تغییر براساس رنگ سنجی کلریدآلومینیوم تعیین شد. برای این پروتکل میزان ۰/۵ میلی‌لیتراز عصاره میوه، ۱/۵ میلی‌لیتر متانول ۰/۸۵، ۰/۱ میلی‌لیتر کلریدآلومینیوم ۱۰ درصد، ۰/۱ میلی‌لیتر استات سدیم ۱ مولار و ۲/۸ میلی‌لیتر آب دوبار تقطیر با سمپلر برداشته و در لوله آزمایشی ریخته شد. نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط نگهداری و پس از جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ٤١٥ نانومتر قرائت شد. برای رسم منحنی استاندارد از کوئرستین استفاده شد و نتایج حاصل بر حسب میلی‌گرم کوئرستین در هر گرم عصاره بیان شد.

آنالیز داده‌ها: در پایان آزمایش داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD انجام شد. رسم نمودارها با نرم‌افزار اکسل صورت گرفت.

نتایج

متوسط وزن میوه

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به متوسط وزن میوه نشان داد که متوسط وزن میوه تحت تأثیر اثرات ساده کودهای کامل NPK (A) و فسفره (B) و اثر متقابل کودهای کامل و فسفره AB در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲).

مقایسه اثرمتقابل کود کامل NPK (A) و کود فسفره (B) بر متوسط وزن میوه نشان داد که کاربرد کودها توانست وزن میوه را افزایش دهد؛ به‌طوری که بیش‌ترین میزان وزن میوه با کاربرد کود ۲۰-۲۰-۲۰ + سوپرفسفات تریپل (۱٤۱ گرم) مشاهده شد؛ اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با کاربرد کود ۲۰-۲۰-۲۰ نداشت (جدول ۳).

طول میوه

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به طول میوه نشان داد که طول میوه تحت تأثیر اثر متقابل کودهای کامل و فسفره AB در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد و اثرات ساده کودهای کامل NPK (A) و فسفره (B) معنی‌دار نشدند (جدول ۲).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.32343]

جدول ۲. تجزیه واریانس داده‌ها در رابطه با صفات زایشی

منبع تغییر S.V	درجه آزادی D.F	میانگین مربعات (M.S)					
		متوسط وزن میوه	طول میوه	قطر میوه	حجم میوه	وزن کل یک خوشه	تعداد میوه های یک خوشه
کود کامل NPK (A)	۲	۳۳۷۲**	۰/۴۱^{ns}	۱/۹۵*	۴۱۵۵**	۱۱۰۱۷۹**	۳/۷۲**
کود فسفره (B)	۲	۳۷۶۷**	۰/۴۸^{ns}	۱/۲۲^{ns}	۴۷۵۲**	۹۰۹۸۸**	۳/۴۲**
اثرمتقابل AB	۴	۴۲۳۵**	۰/۸۳**	۳/۳۷**	۷۳۲۱**	۶۴۴۴۴**	۱/۰۹*
خطا	۲۷	۷۱/۴	۰/۲۶	۰/۴۴	۳۳/۰	۱۹۰	۰/۳۰
ضریب تغییرات C.V%		۱/۰	۹/۲	۱۱/۶	۱۱/۲	۵/۴	۴/۲

^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۳. مقایسه اثرمتقابل کود کامل NPK و کود فسفره بر صفات زایشی

صفت اثرمتقابل کود کامل NPK و کود فسفره		متوسط وزن میوه (گرم)	طول میوه (سانتی‌متر)	قطر میوه (سانتی‌متر)	حجم میوه	وزن کل یک خوشه (گرم)	تعداد میوه های یک خوشه
صفر		۳/۹۸^{cd}	۴/۹۴^{d}	۵۵/۰^{f}	۱۶۶^{h}	۵/۰^{cd}	۴/۹۴^{d}
		۴/۲۲^{bcd}	۵/۴۸^{bcd}	۸۶/۰^{d}	۲۳۸^{g}	۴/۸^{cd}	۵/۴۸^{bcd}
		۴/۳۰^{abcd}	۶/۹۲^{a}	۱۴۲^{b}	۳۶۴^{c}	۴/۸^{cd}	۶/۹۲^{a}
۲۰–۲۰–۲۰		۴/۸۰^{ab}	۶/۸۸^{a}	۱۴۹^{b}	۴۵۳^{b}	۵/۵^{bc}	۶/۸۸^{a}
		۳/۶۸^{d}	۵/۵۲^{bcd}	۷۰/۰^{e}	۲۱۹^{g}	۵/۵^{bc}	۵/۵۲^{bcd}
		۴/۹۸^{a}	۶/۹۵^{a}	۱۶۴^{a}	۶۳۷^{a}	۶/۸^{a}	۶/۹۵^{a}
۱۰–۵۲–۱۰		۴/۴۵^{abc}	۶/۰۰^{abc}	۱۰۹^{c}	۳۲۴^{d}	۴/۵^{d}	۶/۰۰^{abc}
		۴/۶۰^{abc}	۶/۰۸^{ab}	۱۰۶^{c}	۲۸۶^{e}	۴/۸^{cd}	۶/۰۸^{ab}
		۴/۴۲^{abc}	۵/۱۰^{cd}	۷۵/۰^{e}	۲۶۰^{f}	۶/۲^{ab}	۵/۱۰^{cd}

میانگین های موجود در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

مقایسه اثرمتقابل کود کامل NPK (A) و کود فسفره (B) بر طول میوه نشان داد که کاربرد کودها توانست طول میوه را افزایش دهد؛ به‌طوری‌که بیشترین میزان طول میوه با کاربرد کود ۲۰–۲۰–۲۰ +سوپرفسفات تریپل (۴/۹۸ سانتی‌متر) مشاهده شد، اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با کاربرد کودهای ۲۰–۲۰–۲۰ به‌تنهایی، ۱۰–۵۲–۱۰ به‌تنهایی، ۱۰–۵۲–۱۰+ اسیدفسفریک و ۱۰–۵۲–۱۰ + سوپرفسفات تریپل نداشت (جدول ۳).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.32343]

قطر میوه

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به قطر میوه نشـــان داد که قطر میوه تحت تأثیر اثر متقابل کودهای کامل و فسفره AB در سطح احتمال ۱ درصـــد معنی‌دار شـــد و اثرات ســـاده کودهای کامل NPK(A) و فسفره (B) معنی‌دار نشدند (جدول ۲).

مقایسه اثرمتقابل کود کامل NPK (A) و کود فسفره (B) بر قطر میوه نشان داد که کاربرد کودها توانست قطر میوه را افزایش دهد؛ به‌طوری‌که بیشـــترین میزان طول میوه با کاربرد کود ۲۰-۲۰-۲۰ +سوپرفسفات تریپل (٤/۹۸ سانتی‌متر) مشاهده شد، اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با کاربرد کودهای ۲۰-۲۰-۲۰ به‌تنهایی، ۱۰-۵۲-۱۰ به‌تنهایی، ۱۰-۵۲-۱۰+ اسیدفسفریک و ۱۰-۵۲-۱۰ + سوپرفسفات تریپل نداشت (جدول ۳).

حجم میوه

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به حجم میوه نشان داد که حجم میوه تحت تأثیر اثرات ساده کودهای کامل NPK (A) و فسفره (B) و اثر متقابل کودهای کامل و فسفره AB در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲).

مقایسه اثرمتقابل کود کامل NPK (A) و کود فسفره (B) بر حجم میوه نشـــان داد که کاربرد کودها توانســـت حجم میوه را افزایش دهد؛ به‌طوری‌که بیشترین میزان حجم میوه با کاربرد کود ۲۰-۲۰-۲۰ + سوپرفسفات‌تریپل (١٦٤) مشاهده شد (جدول ۳).

وزن کل یک خوشه

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به وزن کل یک خوشه نشان داد که وزن کل یک خوشه تحت تأثیر اثرات ساده کودهای کامل NPK(A) و فسفره (B) و اثر متقابل کودهای کامل و فسفره AB در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲).

مقایسه اثرمتقابل کود کامل NPK (A) و کود فسفره (B) بر وزن کل یک خوشه نشان داد که کاربرد کودها توانست وزن کل یک خوشه را افزایش دهد؛ به‌طوری‌که بیشترین میزان وزن کل یک خوشه با کاربرد کود ۲۰-۲۰-۲۰ + سوپرفسفات‌تریپل (٦٣٧ گرم) مشاهده شد (جدول ۳).

تعداد میوه‌های یک خوشه

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تعداد میوه‌های یک خوشه نشان داد که تعداد میوه‌های یک خوشه تحت تأثیر اثرات ساده کودهای کامل NPK (A) و فسفره (B) در ســـطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل کودهای کامل و فسفره AB در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲).

مقایسه اثرمتقابل کود کامل NPK (A) و کود فسفره (B) بر تعداد میوه‌های یک خوشه نشان داد که کاربرد کودها توانست تعداد میوه‌های یک خوشه را افزایش دهد؛ به‌طوری‌که بیشترین تعداد میوه‌های یک خوشه (٦/۸) با کاربرد کود ۲۰-۲۰-۲۰ + سوپرفسفات‌تریپل مشاهده شد، اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با کودهای ۱۰-۵۲-۱۰+ سوپرفسفات‌تریپل نداشت (جدول ۳).

مواد جامد محلول کل (TSS)

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به TSS نشان داد که TSS میوه تحت تأثیر اثر متقابل کودهای کامل NPK و فســـفره (AB) در سطح احتمال ۱ معنی‌دار شد و اثرات ساده کود کامل NPK (A) و کوده فسفره (B) معنی‌دار نشدند (جدول ٤).

مقایسه اثرمتقابل کود کامل NPK (A) و کود فسفره (B) بر TSS نشان داد که کاربرد کودها توانست میزان TSS را افزایش دهد، به‌طوری‌که بیشترین میزان TSS با کاربرد کود ۲۰-۲۰-۲۰ + اسیدفسفریک (٦/۱۱ درصد) مشاهده شد؛ اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با کودهای ۱۰-۵۲-۱۰ به‌تنهایی و سوپرفسفات‌تریپل نداشت (جدول ۵).

اسیدقابل تیتراسیون (TA)

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به TA نشـــان داد که TA تحت تأثیر اثرات ســـاده کود کامل NPK (A) و کود فســـفره (B) در سطح احتمال ۱ معنی‌دار شد و اثر متقابل کودهای کامل NPK

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.32343]

جدول ٤. تجزیه واریانس داده‌ها در رابطه با صفات بیوشیمیایی

منبع تغییر S.V	درجه آزادی D.F	میانگین مربعات (M.S)			
		موادجامدمحلول کل	اسیدقابل تیتراسیون (میلی‌گرم)	فنل کل	فلاونوئید کل
کود کامل NPK (A)	۲	۰/۲۸^{ns}	۱/٤۷**	۸٥۳**	۰/۰۲۹**
کود فسفره (B)	۲	۰/۲۹^{ns}	۱/۱۱**	۲۹٥**	۰/۰٥۳**
اثرمتقابل AB	٤	٤/٦۸**	۰/۱۳^{ns}	٥۱۱**	۰/۰٥٦**
خطا	۲۷	۰/۷۱	۰/۱۷	۷/٦	۰/۰۰٥
ضریب تغییرات C.V%		۱۷/۷	۱۹/۹	۷/٦	۱۲/۲

جدول ٥. مقایسه اثرمتقابل کود کامل NPK و کود فسفره بر موادجامدمحلول کل، فنل و فلاونوئید

صفت اثرمتقابل کود کامل NPK و کود فسفره		مواد جامد محلول کل (درصد)	فنل کل (میلی‌گرم گالیک‌اسید بر گرم وزن تر)	فلاونوئید کل (میلی‌گرم کوئرسین بر گرم وزن تر)
صفر	صفر	۲۷/۹^{ef}	۰/٤۸^{de}	۱/۷٥^{bc}
	اسید فسفریک	٥۸/۰^{a}	۰/٦۱^{b}	۲/٤۲^{a}
	سوپرفسفات تریپل	٥۱/۰^{b}	۰/۳۹^{e}	۲/٥۲^{a}
۲۰-۲۰-۲۰	صفر	۲٤/۳^{f}	۰/٥۰^{cd}	۱/٤۰^{c}
	اسید فسفریک	۳٦/٤^{d}	۰/۷٤^{a}	۲/۰۲^{ab}
	سوپرفسفات تریپل	۲۷/۰^{ef}	۰/٤۷^{de}	۱/٥۷^{bc}
۱۰-٥۲-۱۰	صفر	٤۱/۰^{c}	۰/٦٦^{ab}	۲/۰۲^{ab}
	اسید فسفریک	۲۸/٤^{e}	۰/٥۰^{cd}	۲/٤٥^{a}
	سوپرفسفات تریپل	۳۲/٥^{d}	۰/٥۹^{bc}	۲/٤٥^{a}

میانگین های موجود در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ٥ درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

و فسفره (AB) معنی‌دار نشدند (جدول ٤).

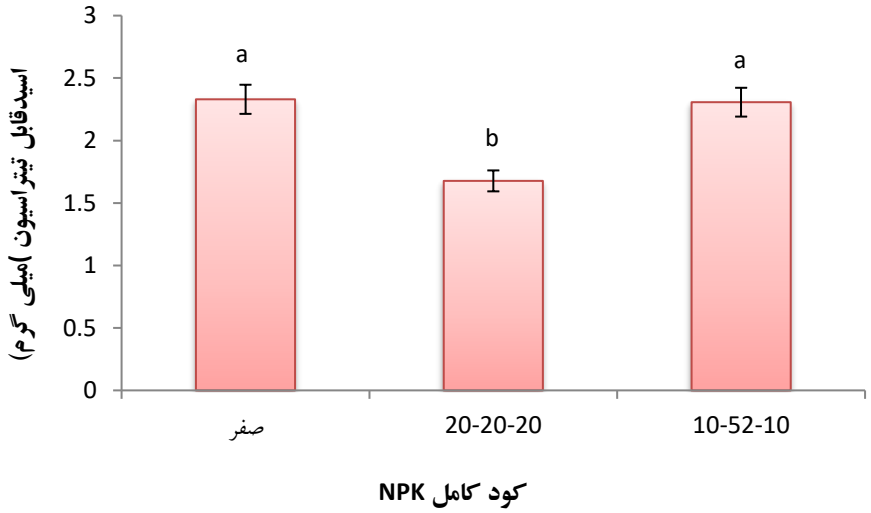
بر اساس مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر ساده کود کامل، کم‌ترین میزان TA در کاربرد کود ۲۰-۲۰-۲۰ (۱/٦۷ میلی‌گرم) مشاهده شد (شکل ۱). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر ساده کود فسفره بر TA نشان داد که کود فسفره توانست TA را نسبت به شاهد افزایش دهد؛ به‌طوری‌که بیشترین میزان TA در کاربرد کودهای اسیدفسفریک و سوپرفسفات تریپل به‌ترتیب (۳/۸ و ٤/۳ میلی‌گرم) مشاهده شد (شکل ۲).

فنل کل

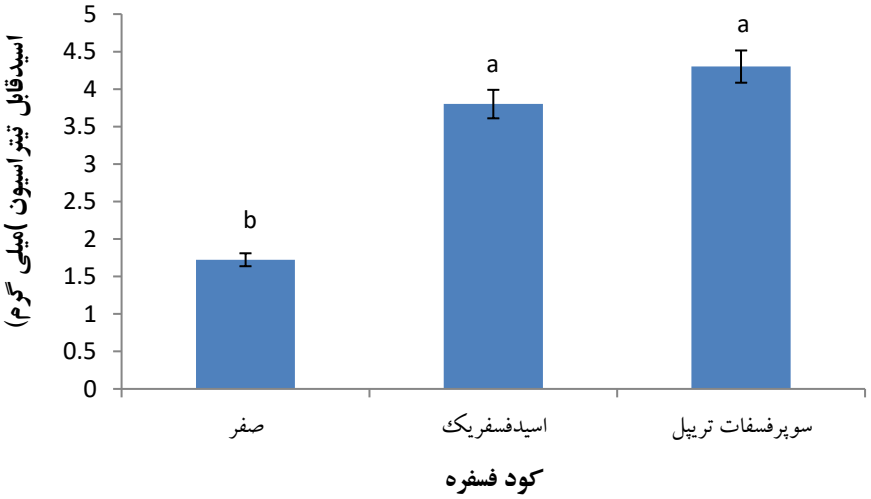
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به فنل نشان داد که فنل تحت تأثیر اثرات ساده کودهای کامل NPK (A) و فسفره (B) و اثر متقابل کودهای کامل و فسفره (AB) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ٤).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.32343]



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر ساده کود کامل NPK بر اسیدقابل تیتراسیون. ستون های دارای حداقل یک حرف مشابه اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. ارور بارها نشان دهنده خطای استاندارد می‌باشد.



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر ساده کود فسفره بر اسیدقابل تیتراسیون. ستون های دارای حداقل یک حرف مشابه اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. ارور بارها نشان دهنده خطای استاندارد می‌باشد.

مقایسه اثرمتقابل کود کامل NPK (A) و کود فسفره (B) برمیزان فنل نشان داد که کاربرد کود اسیدفسفریک به‌تنهایی توانست فنل را افزایش دهد؛ به‌طوری‌که بیشترین میزان فنل با کاربرد کاربرد کود ۲۰-۲۰-۲۰ + اسیدفسفریک (۰/۷٤ میلی گرم گالیک اسید بر گرم وزن تر) مشاهده شد. اگرچه تفاوت آماری معنی داری با کاربرد کود ۱۰-۵۲-۱۰ به تنهایی نداشت (جدول ۵).

فلاونوئید کل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به فلاونوئید نشان داد که فلاونوئید تحت تأثیر اثرات ساده کودهای

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.32343]

کامل NPK (A) و فسفره (B) و اثر متقابل کودهای کامل و فسفره (AB) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ٤).

مقایسه اثرمتقابل کود کامل NPK و کود فسفره بر فلاونوئید نشان داد که کاربرد کودها باعث افزایش فلاونوئید شد. به‌طوری‌که بیشترین میزان فلاونوئید در کاربرد کود اسیدفسفریک و سوپرفسفات‌تریپل به‌تنهایی و همچنین در ترکیب با کود ۱۰-۱۰-۵۲ و ۲۰-۲۰-۲۰ مشاهده شد (جدول ۵).

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تیمارهای کودی مورد استفاده در این پژوهش بر بسیاری از جنبه‌های کمی و کیفی میوه گوجه‌فرنگی کشت شده در گلخانه موثر بود؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان طول، قطر و حجم میوه با کاربرد کود ۲۰-۲۰-۲۰ + سوپرفسفات‌تریپل مشاهده شد. کمبود فسفر برای رشد زایشی محدودکننده‌تر از رشد رویشی است. به‌طوری‌که نتایج پژوهشگران نشان داد فسفر نقش تعیین کننده‌ای در تشکیل و نمو میوه انگور دارد و عدم تغذیه فسفره موجب کمترین وزن حبه شد (۲۲). طبق نتایج پژوهش مشایخی و تاتاری (١٤) پتاسیم به دلیل نقشی که در بارگیری آوند آبکشی و انتقال کربوهیدرات‌ها دارد می‌تواند آن را از منبع به مقاصد فیزیولوژیکی قوی نظیر میوه‌ها رسانده و موجب بهبود اندازه میوه شود.

در این مطالعه هم‌افزایی کودها نشان داد که بیشترین تعداد میوه‌های یک خوشه با کاربرد کود ۲۰-۲۰-۲۰ + سوپرفسفات‌تریپل مشاهده شد. این ممکن است به‌دلیل در دسترس بودن نیتروژن و فسفر تأثیر مثبتی به‌خصوص فسفر در شروع گل و تشکیل آن داشته باشد. با تأمین مواد مغذی اصلی مانند نیتروژن و فسفر، عملکرد بهتری در تشکیل میوه انجام شد (۳). یکی دیگر از دلایل احتمالی ممکن است به این دلیل باشد که با افزایش عرضه مواد مغذی ضروری به گوجه‌فرنگی، در دسترس بودن، اکتساب، تحرک به بافت‌های گیاهی افزایش یافته و درنتیجه تعداد میوه‌های یک خوشه افزایش یافته است (۲۰). نتایج مشابهی نیز توسط محققین در گوجه‌فرنگی گزارش شده است (۵).

براساس نتایج این پژوهش، هم‌افزایی کودها نشان داد که بیشترین میزان وزن میوه با کاربرد کود ۲۰-۲۰-۲۰ + سوپرفسفات‌تریپل (١٤١ گرم) مشاهده شد. در پژوهش دهیمان و همکاران (۵) حداکثر میانگین وزن میوه (٦٤/١ گرم) در تیمار (۷۵ درصد نیتروژن + ۱۰۰ درصد فسفر) ثبت شد. ممکن است به این دلیل باشد که میزان نیتروژن و فسفر تأثیر مثبتی دارد، به ویژه فسفر تأثیر مثبتی بر وزن میوه دارد. نیتروژن اثر قابل‌توجهی بر رشد و نمو گوجه‌فرنگی دارد. دلیل احتمالی دیگر ممکن است به‌دلیل اثر تحریکی تجمعی نیتروژن و فسفر بر رشد رویشی باشد که پایه گلدهی و باردهی را تشکیل می‌دهد (۱). این نتایج با یافته‌های پژوهشگران در گوجه‌فرنگی (۳ و ۷) و محصول سیب زمینی (۲۷) مطابقت داشت.

در این پژوهش بیشترین میزان TSS با کاربرد کود ۲۰-۲۰-۲۰ + اسیدفسفریک مشاهده شد. که با نتایج گبرمدهین و همکاران (۸) مطابقت داشت که گزارش دادند تفاوت معنی‌داری در TSS در بین مقادیر مختلف نیتروژن و فسفر مشاهده شد. به جز تیمارهای شاهد، تفاوتی در مقادیر TSS در مقادیر مختلف نیتروژن مشاهده نشد و کمترین مقدار TSS در شاهد ثبت شد. به‌طور مشابه، محتوای TSS با کاربرد P افزایش یافت و کمترین مقادیر در شاهد مشاهده شد (۸). نیتروژن یک ماده تشکیل‌دهنده پروتئین است و اسیدهای آمینه مستقیماً بر TSS تأثیر می‌گذارد (۱۲). سایر محققان نیز گزارش دادند که جامدات محلول با کاهش نیتروژن کاهش می‌یابد (۱۳ و ۲۱). برعکس، برخی گزارش دادند که N هیچ تأثیری بر TSS گوجه‌فرنگی ندارد (۱۹ و ۲۵).

در این مطالعه کاربرد کودها توانست میزان TA را افزایش دهد؛ به‌طوری‌که بیشترین میزان TA با کاربرد کودهای اسیدفسفریک و سوپرفسفات‌تریپل (۲/۳۰ و ۲/۱۸ میلی‌گرم) مشاهده شد. پژوهشگران تغییرات قابل‌توجهی در TA به‌دلیل میزان N و P نشان داده شد. در شاهد کمترین مقدار TA

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.32343]

مشاهده شد، اما علاوه بر این، افزایش عرضه نیتروژن بیش از ۱۳۸ کیلوگرم در ساعت، TA میوه را افزایش نداد (۸). مطالعات دیگر همچنین گزارش کردند که TA با افزایش عرضه N افزایش می‌یابد (۱۳ و ۲٤). همچنین افزایش TA را با افزایش میزان N گزارش کردند و برخی گزارش کردند که شاهد کمترین TA را داشت (۲۳).

کاربرد کود اسیدفسفریک به تنهایی توانست فنل را افزایش دهد؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان فنل با کاربرد کودهای اسیدفسفریک بدون حضور سایر کودها مشاهده شد. هم‌افزایی کودها نشان داد که بیش‌ترین میزان فلاونوئید با کاربرد کودهای ۲۰-۲۰-۲۰ + اسیدفسفریک مشاهده گردید. به نظر می‌رسد هم‌افزایی کودها با در اختیار قرار دادن عناصر غذایی نیتروژن و فسفر برای گیاه، توانسته است میزان فعالیت فلاونوئید را در گیاه گوجه‌فرنگی افزایش دهد. در تایید نتایج این تحقیق نوری حسینی و همکاران (۱۷) بیان کردند که مصرف تیمارهای کود شیمیایی سبب افزایش ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدان در گیاه زیره سیاه (*Bunium persicum* Boiss.) شد.

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، می‌توان نتیجه گرفت هم‌افزایی کودها اثر معنی‌داری بر برخی صفات کمی و کیفی میوه داشت؛ به‌طوری‌که کاربرد کودها توانست طول و قطر میوه، تعداد میوه و وزن متوسط میوه را افزایش دهد؛ به‌طوری‌که بیشترین میزان قطر میوه، تعداد میوه‌های یک خوشه و متوسط وزن میوه با کاربرد کود ۲۰-۲۰-۲۰ + سوپرفسفات‌تریپل مشاهده شد. بیشترین میزان TSS با کاربرد کود ۲۰-۲۰-۲۰ + اسیدفسفریک مشاهده شد. کاربرد کودها توانست میزان TA را افزایش دهد. . بیشترین میزان فنل با کاربرد کود ۲۰-۲۰-۲۰ + اسیدفسفریک مشاهده شد. بیش‌ترین میزان فلاونوئید با کاربرد کودهای فسفر به تنهایی و در ترکیب با کودهای کامل NPK مشاهده شد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از دانشگاه هرمزگان برای فراهم آوردن تجهیزات آزمایشگاهی تشکر می نمایند.

منابع

1. Aminifard, M. H., H. Aroiee, H. Nemati, M. Azizi and M. Khayyat. 2012. Effect of nitrogen fertilizer on vegetative and reproductive growth of pepper plants under field conditions. *Journal of Plant Nutrition* 35: 235-242.
2. Bagnavets, N., A. Zhevnerov, M. Grigoryeva and T. Pshenichkina. 2021. Influence of phosphorus fertilizers of various composition on the yield of tomato crops and control of their consumption by plants. *Earth and Environmental Science* 937: 022131.
3. Balemi, T. 2008. Response of tomato cultivars differing in growth habit to nitrogen and phosphorus fertilizers and spacing on vertisol in ethiopia. *Acta Agriculturae Slovenica* 91: 103-119.
4. Chang, C. C., M. H. Yang, H. M. Wen and J. C. Chern. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colometric methods. *Journal of Food and Drug Analysis* 10(3): 178-182.
5. Dhiman, J. S., H. C. Raturi, D. S. Kachwaya and S. K. Singh. 2018. Effect of nitrogen and phosphorus on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) grown under polyhouse condition. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences* 7(3): 130-133.
6. Engindeniz, S., D. Y. Engindeniz, M. Yercan and F. Kınıkl. 2017. An analysis of economic aspects of greenhouse tomato growing in Turkey. *Radovi Poljoprivrednog Fakulteta Univerziteta u Sarajevu / Works of the Faculty of Agriculture University of Sarajevo* 62(67): 709-717.
7. Fandi, M., J. Muhtaseb and M. Hussein. 2010. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium concentrations of yield and fruit quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in tuff culture. *Central European Journal of Agriculture* 11(2): 179-184.
8. Gebremedhin, H., M. Gebremicheal and G. Fitsum. 2020. The effects of nitrogen and phosphorus fertilizer rates on yield and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in hawzen, Ethiopia. Available online at: Research Square. 1-20. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-80064/v1.
9. Georgé, S., F. Tourniaire, H. Gautier, P. Goupy, E. Rock and C. Caris-Veyrat. 2011. Changes in the content of carotenoids, phenolic compounds and vitamin C during technical processing and lyophilisation of red and yellow tomatoes.. *Food Chemistry* 124(4): 1603-1611.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.32343]

10. Hajian, F., M. Arshad and M. J. Nazari Deljo. 2018. The role of different nutritional ratios with NPK-containing fertilizers on the quantitative and qualitative traits of tomato 'Superstone. In: Proceeding of 11th Congress of Horticultural Sciences of Iran. Urmia, Iran. (In Farsi).
11. Higo, M., M. Azuma, Y. Kamiyoshihara, A. Kanda, Y. Tatewaki and K. Isobe. 2020. Impact of phosphorus fertilization on tomato growth and arbuscular mycorrhizal fungal communities. *Microorganisms* 8(178): 1-16.
12. Kirimi, J., F. Itulya and V. Mwaja. 2011. Effects of nitrogen and spacing on fruit yield of tomato. *African Journal of Horticultural Science* 5: 50-60.
13. Kuscu, H., A. Turhan, N. Ozmen, P. Aydinol and O. Demir. 2014. Optimizing levels of water and nitrogen applied through drip irrigation for yield, quality, and water productivity of processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *Horticultute Environmental Biotechnology* 55(2): 103-114.
14. Mashaikhi, P. and M. Tatari. 2015. The effect of different concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium on some quantitative and qualitative characteristics of strawberry in hydroponic culture. *Journal of Soil Research (Soil and Water Sciences)* 4: 390-402. (In Farsi).
15. Mortazavi, S. M. H., K. Arzani and M. Barzegar. 2008. The effect of water absorption time and temperature on the quality characteristics of Barhi dates in the moist stage. *Journal of Research and Construction in Agriculture And Horticulture* 21: 186-193. (In Farsi).
16. Mostofi, Y. and F. Najafi. 2007. Analytical Laboratory Methods in Horticultural Sciences. (Translation). Tehran University Publications, Tehran. (In Farsi).
17. Nouri Hosseini, S. M., R. Khorasani, A. R. Astarai, P. Rizvani Moghadam and H. R. Zabihi. 2016. Effect of different fertilizer sources and humic acid on morphological characteristics, yield and antioxidant content of black cumin seeds (*Bunium persicum* Boiss.). *Journal of Agricultural Applied Research* 29(4): 88-105. (In Farsi).
18. Raliya, R., J. C. Tarafdar1, K. Gulecha, K. Choudhary, R. Ram, P. Mal and R. P.Saran. 2013. Review article; scope of nanoscience and nanotechnology in agriculture. *Journal of Applied Biology and Biotechnology* 1 (03): 041-044.
19. Ronga, D., A. Pentangelo and M. Parisi. 2020. Optimizing N fertilization to improve yield, technological and nutritional quality of tomato grown in high fertility soil conditions. *Plants* 9(5): 575.
20. Shukla, Y. R., A. K. Thakur and J. Arun. 2009. Effect of inorganic and bio-fertilizer on yield and horticultural traits in tomato. *Indian Journal of Horticulture* 66(2): 285-287.
21. Simonne, A., J. Fuzere, E. Simonne, R. Hochmuth and M. Marshall. 2007. Effects of nitrogen rates on chemical composition of yellow grape tomato grown in a subtropical climate. *Journal of Plant Nutrition* 30(6): 927-935.
22. Skinner, P. W. and M. A. Mattews. 1988. A novel interaction of magnesium translocation with the supply of phosphorus to roots of grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Plant and Cell* 13(8): 821-826.
23. Taiwo, L., J. Adediran and O. Sonubi. 2007. Yield and quality of tomato grown with organic and synthetic fertilizers. *International Journal of Vegetable Science* 13(2): 5-19.
24. Wang, Y. T., S. W. Huang, R. L. Liu and J. Y. Jin. 2007. Effects of nitrogen application on flavor compounds of cherry tomato fruits. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 170(4): 461-468.
25. Warner, J., Zhang. T. Q. and X. Hao. 2004. Effects of nitrogen fertilization on fruit yield and quality of processing tomatoes. *Canadian Journal of Plant Science* 84(3): 865-871.
26. Waterhouse, A. L. 2002. Determination of total phenolics. pp. 111-118, In: R. E. Wrolstad (Ed.), Current Protocols in Food Analytical Chemistry. JohnWiley and Sons, New York.
27. Zewide, I., A. Mohammed and S. Tulu. 2012. Effect of different rates of nitrogen and phosphorus on yield and yield components of potato (*Solanum tuberosum* L.) at Masha district, South Western Ethiopia. *International Journal of Soil Science* 7(4): 146-156.
28. Zhu, J., M. Li and M. Whelan. 2018. Phosphorus activators contribute to legacy phosphorus availability in agricultural soils: a review. *Science Total Envirenmental* 612: 522-537.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.32343]

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 14, No. 4, Winter 2025, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

The role of Phosphorus-Containing Fertilizers on the Quantitative and Qualitative Characteristics of Tomato Fruit in Greenhouse Cultivation

N. Tofighiyan[1], S. Rastegar[2] and A. Bagheri [2]

1 and 2. M.Sc. Student of Horticulture and Associate Professor, Respectively, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Hormozgan, Iran.

3.Assistant Professor, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Hormozgan, Iran

*Corresponding author's e-mail address:rastegarhort@gmail.com

(Received: January 15-2024; Accepted: August 28-2024)

Extended Abstract

Introduction

Phosphorus-containing fertilisers play a crucial role in improving both the quantity and quality of greenhouse-grown tomatoes. Greenhouses make it possible to produce fresh tomatoes all year round, and these tomatoes are among the most important and valuable horticultural crops globally. Phosphorus (P) is an essential nutrient contributing mainly to ATP production, root growth, and vigorous vegetative and reproductive growth. Being an immobile ion, P doesn't move easily in the soil, its deficiency becoming prevalent throughout the plant growth, necessitating P fertilizers application to guarantee an acceptable fruit yield. Research has shown that adding P fertilizer increases fruit yield, fruits/plant, and plant height. It also improves the quality of the fruit, enhancing traits like size, firmness, and nutritional content, particularly vitamins A and C. When P is combined with the right amounts of nitrogen and potassium, the benefits to the crop growth and productivity are even greater, leading to higher fruit yield and quality. To meet market demands and ensure consistent, high-quality tomatoes production, optimising P use in greenhouse farming is crucial.

Materials and Methods

This research was conducted in December 2022 in a greenhouse located at the Aliabad-Hajiabad greenhouse site in Hormozgan province, south of Iran (longitude of 55° 95', latitude of 28°31', an elevation of 1200 meters above sea level, and temperatures ranging from -1 °C to 47 °C). The study followed a factorial design within a completely randomized design (CRD) with four replications. Seeds of the *Dafnis* tomato cultivar (indeterminate type) were sown on 15 November 2022 in 105-cell trays filled with a mixture of peat moss and cocopeat (1:3 peat moss to 2:3 cocopeat). At the two-leaf stage, seedlings were fertilized with 10-52-10 (N-P-K) fertilizer. Irrigation conducted every two days based on tray moisture levels. Seedlings were transplanted into 10 kg plastic pots on 30th of December 2022. Humic acid was applied twice (55 g for 550 seedlings, equivalent to 2.5 kg/ha). Treatments began on 3rd of February 2023, with 30 plants per treatment group. Fertilization levels included: 0 (no fertilizer), 20-20-20 (N-P-K), 10-52-10 (N-P-K), Phosphoric Acid (75%), Triple Superphosphate which were carried out three times at 15-day intervals. Tomatoe fruits were harvested on 29th April 2023 and transported to the laboratory for further analysis. Fruit length and diameter were measured using a calliper. To determine fruit volume, the fresh weight was recorded using a precise balance,

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.32343]

and the volume was calculated based on water displacement after submerging the fruit in a known volume of water. Fruits/cluster was determined and the total weight of each cluster was measured with a balance. Mean fruit weight was determined by weighing individual fruits after harvest. For quality assessment, total soluble solids (TSS) were measured using a refractometer. Titratable acidity (TA) was determined by titration with a standard sodium hydroxide solution. Phenolic and flavonoid contents were quantified using spectrophotometric methods. These measurements provided a comprehensive evaluation of both the physical and biochemical properties of the harvested tomatoes.

Results and Discussion

This study revealed that the maximum fruit weight (141 g), length (4.98 cm), diameter (6.95 cm), and volume (164 cm^3) were recorded when 20-20-20 fertilizer was combined with triple superphosphate. Similarly, the highest total cluster weight (637 g) and fruits/cluster (6.8) were observed under this treatment. The synergistic effects of different fertilizers on fruit quality were also investigated. The application of 75% phosphoric acid resulted in the highest soluble solids content in the fruit, indicating enhanced sweetness. Moreover, phosphorus fertilizers significantly increased the titratable acidity of the fruit, contributing to its flavor profile. The highest phenolic content (0.74 mg gallic acid equivalent/g fresh weight) was found in fruits treated with a combination of 20-20-20 fertilizer and phosphoric acid. Both phosphorus fertilizers alone and in combination with the complete fertilizer significantly enhanced the flavonoid content of the fruit. The availability of nitrogen and particularly phosphorus, has a positive impact on flower initiation and development. By supplying essential nutrients such as nitrogen and phosphorus, fruit set was significantly improved. Another possible reason is that increasing the supply of essential nutrients to the tomato plant enhanced nutrient availability, uptake, and mobility within plant tissues, resulting in an increased fruits/cluster..

Conclusions

The research demonstrated that a combination of 20-20-20 fertilizer with triple superphosphate and phosphoric acid can significantly enhance both the quantity and quality of tomato fruit. This fertilizer regime not only increased fruit size and fruits/cluster but also improved other fruit characteristics such as soluble solids content, acidity, and phenol compound. These findings highlight the importance of optimizing fertilizer application to maximize tomato fruit yield and quality.

Keywords: *Greenhouse tomatoes, Phosphoric acid, Triple superphosphate.*

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.32343]