

## اثر تغذیه نیتروژن بهاره و پاییزه بر صفات کمی و کیفی توت فرنگی رقم کاماروسا

امیرعلی محمدی<sup>۱</sup>، مهدی حدادی‌نژاد<sup>۲\*</sup> و کامران قاسمی<sup>۳</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۱ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۱۰)

### چکیده

توت‌فرنگی از مهمترین ریز میوه‌هاست که می‌تواند بیشتر از یک سال نیز در مزرعه بماند، لذا شناخت تأثیر تغذیه در سال اول بر عملکرد سال دوم این محصول مهم می‌باشد. این پژوهش در بستر خاکی و به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اول شامل تغذیه نیتروژن بهاره در سه سطح (۰ و ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به شکل اوره) به‌صورت یک هفته در میان و فاکتور دوم کوددهی پاییزه در سه سطح (۰ و ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به شکل اوره) از اواخر شهریور تا اوایل مهر بود. نتایج نشان داد در بوته‌های تیمار شده با نیتروژن پاییزه (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) بیشترین تعداد طوقه (۳/۴۳) و اندازه حبه (طول ۴/۳۷ سانتی‌متر و عرض ۳/۴۲ سانتی‌متر) و در تیمار نیتروژن بهاره (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) و پاییزه (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) بیشترین تعداد گل (۵۳)، وزن حبه (۲۴/۳۵) و بالاترین عملکرد (۱۰۱۶/۳۷ گرم در بوته) حاصل گردید. بیشترین مقدار آنتوسیانین و درصد مهار رادیکال‌های آزاد در تیمار شاهد (به ترتیب ۱۵/۴۵ میلی‌گرم بر لیتر آب‌میوه و ۷۲/۹۳ درصد) مشاهده شد. از نظر میزان ویتامین ث، تیمار نیتروژن بهاره (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) صرف‌نظر از میزان کود نیتروژن پاییزه، بیشترین ویتامین ث (۳۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) را تولید نمود. به‌طور کلی نتایج حاکی از آن است که کاربرد سطوح بالای نیتروژن در بهار و پاییز می‌تواند در سال دوم، عملکرد توت‌فرنگی را افزایش دهد، اگرچه نسبت‌های بالای نیتروژن می‌تواند از ارزش غذایی میوه توت‌فرنگی بکاهد.

**کلمات کلیدی:** ارزش غذایی، اوره، درصد مهار، طوقه، عملکرد

۱- دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد فیزیولوژی و اصلاح درختان میوه، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۲- استادیار گروه باغبانی، دانشکده علوم زراعی و پژوهشکده فناوری‌های زیستی گیاهان دارویی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۳- استادیار گروه باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

\* پست الکترونیک: m.hadadinejad@sanru.ac.ir

## مقدمه

توت فرنگی (*Fragaria × ananassa* Duch.) گیاهی از خانواده *Rosaceae* و از مهمترین میوه‌های ریز در جهان است که به صورت گسترده کشت و کار می‌شود. توت فرنگی به صورت بوته‌ای و چندساله و بومی نواحی جنگلی، معتدل و مرطوب کشور بوده و می‌تواند به صورت تجاری به شکل یک کشت یک یا چندساله پرورش داده شود (تهرانی فر و وحدتی، ۱۳۹۱). میزان تولید جهانی توت فرنگی در جهان حدود ۸/۴ میلیون تن است، میانگین عملکرد توت فرنگی در کشورهای عمده تولیدکننده ۲۸ تن در هکتار است. در حالی که عملکرد برخی کشورها در هر هکتار معادل ۶۵ تن در هکتار نیز برآورد شده است. با این حال عملکرد توت فرنگی ایران طبق آمار فائو معادل ۱۴ تن است (فائو، ۲۰۱۸). عملکرد بوته‌های توت فرنگی در مزارع مختلف متفاوت بوده و از ۲۰۰ گرم در بوته تا حداکثر ۶۰۰ گرم در بوته مشاهده شده است، در حالی که در رقم سابرینا<sup>۱</sup> عملکرد بیش از یک کیلو در بوته گزارش شده است (شارما<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۹).

یکی از عوامل مؤثر بر بهبود عملکرد توت فرنگی استفاده کارآمد از کود نیتروژن است. اصولاً گیاهان در اوایل فصل رشد برای افزایش سطح برگ و اندازه میوه نیاز بالایی به عناصر غذایی اصلی و به خصوص نیتروژن دارند (طباطبایی، ۱۳۹۳). گزارش‌های زیادی در مورد تأثیر نیتروژن بر رشد، عملکرد، کیفیت میوه توت فرنگی و گیاهان دیگر ارائه شده است. استفاده از کودهای شیمیایی سریع‌ترین روش جبران کمبود عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان است. همچنین در دسترس و ارزان بودن این کودها از دیگر مزیت‌ها می‌باشد. البته باید توجه داشت که مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی راندمان تولید را کاهش داده و موجب ورود مواد معدنی آلاینده به آب‌های زیرزمینی می‌شود (دامغانی و کامکار، ۱۳۸۸). نیتروژن تنها می‌تواند در نسبت مناسب برای به دست آوردن تولید پایدار، عملکرد بالا و کیفیت بالای میوه، استفاده شود (کای<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۶). قادری و طلایی (۱۳۸۷) گزارش کردند که کاربرد کود اوره در اواخر تابستان به همراه کود حیوانی از طریق بهبود شرایط گل‌انگیزی، تأثیر مثبتی بر افزایش عملکرد توت فرنگی رقم

کردستان داشته است. در پژوهشی که از منابع مختلف نیتروژنی استفاده شد، نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد توت فرنگی رقم سلوا در کاربرد کود نیتروژن به شکل اوره به دست آمد. همچنین مقدار گلدهی با تغذیه نیتروژن در توت فرنگی افزایش یافت (اکبری نودهی، ۱۳۹۳).

با توجه به هزینه بالای بازکاشت سیستم‌های کاشت یکساله، گیاهان کشت شده در فضای باز، ترجیحاً برای ۲-۳ سال نگهداری می‌شوند (تهرانی فر و وحدتی، ۱۳۹۱). رشد بهاره در گیاه چندساله توت فرنگی به ذخایر انباشته شده کربوهیدرات و نیتروژن فصل رشد قبلی بستگی دارد. بنابراین، ذخیره نیتروژن پاییزه در این گیاه نقش مهمی دارد (آکینامالدونادو و پریترز<sup>۴</sup>، ۲۰۰۸). گزارش شده است که تغذیه توت فرنگی با نیتروژن در اواخر تابستان (هفته‌های سوم و چهارم شهریور) می‌تواند به افزایش تولید میوه در توت فرنگی منجر شده و عملکرد را افزایش دهد (قادری و همکاران، ۱۳۹۵). تغذیه در زمان گل‌انگیزی برای بهبود گل‌دهی توت فرنگی اهمیت بالایی دارد به طوری که تغذیه در فصل پاییز نسبت به تغذیه بهاره، تأثیر بیشتری در افزایش تولید گل توت فرنگی دارد (اوپستاد و سونستبی<sup>۵</sup>، ۲۰۰۸). نتایج یک پژوهش نشان داد که کاربرد نیتروژن میزان عملکرد توت فرنگی رقم کرونا را بالا برد و کاربرد آن پس از آغاز روز کوتاه تأثیر بهتری بر جای گذاشت. بر پایه این گزارش، بیشترین شمار گل زمانی به دست آمد که کود دهی یک هفته پس از آغاز روز کوتاه انجام شد (سونستبی<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین استفاده از نیتروژن پاییزه (در ماه‌های آبان و آذر) عملکرد کل را حدود ۶۰ درصد در دو رقم Florida Radiance و Florida 127 افزایش داد که به نظر می‌رسد کوددهی نیتروژن در اوایل فصل یک استراتژی مهم برای بهبود سودآوری تولید توت فرنگی است (آگاهارا<sup>۷</sup> و نانس، ۲۰۲۱).

هدف از انجام این پژوهش بررسی میزان تأثیر تغذیه بهاره و پاییزه نیتروژن بر عملکرد و شاخص‌های کیفی بوته دوساله توت فرنگی رقم کاماروسا بود که در آن از کود اوره به عنوان رایج‌ترین و ارزان‌ترین منبع تأمین نیتروژن استفاده گردید.

## مواد و روش‌ها

5. Opstad and Sonstebly  
6. Sønstebly  
7. Agehara and Nunes

1. Sabrina  
2. Sharma  
3. Cai  
4. Acuna-Maldonado and Pritts

تصادفی به شکل کوددهی بهاره در سه سطح (۰ و ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) و کوددهی پاییزه نیز در سه سطح (۰ و ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) و در ۳ تکرار (هر تکرار شامل ۴ بوته) انجام گرفت. منبع مورد استفاده برای تأمین نیتروژن، کود اوره بوده که دارای ۴۶ درصد نیتروژن می‌باشد. جهت کاربرد اوره ابتدا مقدار نیتروژن خالص را در نسبت‌های مختلف محاسبه نموده و سپس تیمار مورد نظر اعمال گردید.

این پژوهش در بستر خاکی با مشخصات جدول ۱، در شرایط کشت خاکی فضای باز انجام شد. نشا رقم کاماروسا از نهالستان معتبر در استان کردستان تهیه و در اسفندماه ۱۳۹۵ با فاصله ۴۰ سانتی‌متر بین بوته، روی پشته بصورت دو ردیفه در شهرستان قائم شهر، استان مازندران کشت شدند. از زمان کاشت تا پایان آزمایش آبیاری و مبارزه با علف هرز و آفات و بیماری‌ها به‌طور مستمر انجام گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل

جدول ۱- خصوصیات خاک مورد استفاده در کشت خاکی فضای باز توت‌فرنگی رقم کاماروسا در استان مازندران شهرستان

قائم‌شهر								
بافت خاک	درصد کربن	درصد ماده آلی	اسیدیته گل اشباع	هدایت الکتریکی	درصد مواد خنثی شونده	درصد ازت کل	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)
لوم	۲/۰۱	۳/۴۵۶	۷/۷۸	۰/۷۸	۱/۵	۰/۲	۱۱	۴۶۳

برای اندازه‌گیری تعداد گل و گل‌آذین از ابتدا تا انتهای آزمایش در هر تیمار و تکرار به‌صورت مجزا تعداد گل و گل‌آذین یادداشت گردید. در سال دوم تعداد طوقه‌ها بصورت دستی شمارش و یادداشت گردید.

#### صفات بیوشیمیایی

برای اندازه‌گیری شاخص سبزی‌نگی از دستگاه اسپد (مدل 502 Plus Chlorophyll Meter ساخت ژاپن) استفاده شد. جهت این کار در هر بوته سه برگ مورد بررسی قرار گرفت و میانگین اعداد یادداشت گردید.

مواد جامد محلول کل با رفراکتومتر چشمی (مدل ATC-20E Atogo ساخت ژاپن) در آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد. برای این منظور ۱۰ میلی‌لیتر آب‌میوه را با ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده و چند قطره فنیل‌فالتین به محلول اضافه شد، سپس تیتراسیون با سود انجام گرفت تا pH ۸/۲ به برسد و تغییر رنگ مشاهده گردید. مقدار سود مصرفی را ثبت نموده و سپس میزان اسید برحسب گرم اسید سیتریک (اکی‌والان برابر ۰/۰۶۴۰۴) در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب‌میوه بیان شد (رعنا و سینگ، ۱۹۹۲).

کوددهی بهاره به‌صورت یک هفته در میان در سه قسمت در ماه‌های فروردین تا اردیبهشت (۱۰ فروردین تا ۷ اردیبهشت) و کوددهی پاییزه نیز از اواخر شهریور تا اوایل مهر (۱۶ شهریور تا ۶ مهر) به‌صورت یک‌هفته در میان انجام گرفت. در سال دوم هیچ گونه تغذیه‌ای صورت نگرفت تا تأثیر کوددهی سال قبل کاملاً مشخص و دیده شود. در سال دوم میوه‌ها از اوایل اردیبهشت برداشت شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس صفات مورفولوژی (طول، عرض، وزن میوه و...) و بیوشیمیایی (مواد جامد محلول، اسیدیته کل، خواص آنتی‌اکسیدانی و...) میوه مورد بررسی قرار گرفت.

#### صفات مورفولوژی

برای اندازه‌گیری طول و قطر میوه‌ها از هر تیمار ۵ میوه را انتخاب نموده و با کولیس دیجیتال ارزیابی شدند. طول و قطر پنج حبه با خط‌کش اندازه‌گیری و میانگین آنها برای هر تکرار یادداشت گردید. باتوجه به رسیدن تدریجی حبه‌ها در توت‌فرنگی، میوه‌های رسیده با استفاده از ازت مایع در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری و پس از رسیدن به تعداد مطلوب اندازه‌گیری‌های نهایی انجام پذیرفت.

وزن تر حبه‌ها با ترازوی دیجیتال (مارک A&D مدل FX-300 GD ساخت ژاپن با دقت یک‌هزارم گرم) برای پنج حبه یادداشت و میانگین وزن آنها ثبت گردید. میزان عملکرد بوته بس از برداشت میوه‌ها و از تجمیع وزن‌های یادداشت شده (از ابتدا تا انتهای آزمایش) محاسبه گردید.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تغذیه بهاره و پاییزه در صفات وزن حبه، تعداد گل، تعداد گل‌آذین و عملکرد کل بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. همچنین اثر تغذیه پاییزه در صفات طول، قطر حبه و تعداد طوقه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است (جدول ۲). نتایج نشان داد بیشترین وزن حبه در تیمار بهاره ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و پاییزه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۲۴/۳۷ گرم مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با تیمار بهاره ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و پاییزه ۵۰ کیلوگرم در هکتار نداشت ولی اختلاف آن با تمامی تیمارهای دیگر و شاهد (که با وزن میوه ۱۵/۲۰ کمترین مقدار را نشان داد) معنی‌دار بود. به طوری که میانگین وزن حبه‌ها در این تیمار ۲۴/۳۷ گرم می‌باشد. همچنین کمترین مقدار وزن حبه در تیمار شاهد به میزان ۱۵/۲۰ گرم به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر برخوردار بودند (شکل ۱-الف). بیشترین عملکرد از بوته‌های تیمار شده با نیتروژن بهاره ۳۰۰ و پاییزه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و همچنین نیتروژن بهاره ۱۵۰ و پاییزه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (به ترتیب با عملکرد ۱۰۱۶/۳۷ و ۹۲۳/۷۷ گرم در هر بوته) حاصل شد و کمترین میزان عملکرد نیز در بوته‌های شاهد (تغذیه نشده) به میزان ۳۵۵ گرم در بوته به دست آمد (شکل ۱-ب). بیشترین تعداد گل در تیمار بهاره ۳۰۰ و پاییزه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به تعداد ۵۳ عدد به دست آمد به طوری که با تمامی تیمارهای دیگر از جمله شاهد با ۱۹ عدد گل، اختلاف معنی‌داری نشان داد (شکل ۲-الف). تعداد گل‌آذین در تیمارهای نیتروژن بهاره ۳۰۰ کیلوگرم و پاییزه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و همچنین نیتروژن بهاره ۱۵۰ کیلوگرم و پاییزه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، بدون اختلاف معنی‌دار با هم، بالاترین تعداد را داشته و با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار داشت (شکل ۲-ب). از آنجایی که در سه صفت تعداد طوقه، طول حبه و قطر حبه اثر متقابل تغذیه بهاره و پاییزه نیتروژن معنی‌دار نشده بود، لذا اثر ساده تغذیه پاییزه نیتروژن بررسی شد. بنابراین نتایج تعداد طوقه تنها تحت تأثیر معنی‌دار کود پاییزه قرار داشته است، به طوری که بیشترین تعداد طوقه در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود پاییزه با میانگین ۳/۴۳ به دست آمد (شکل ۴-الف).

برای اندازه‌گیری pH میوه‌های توت‌فرنگی از دستگاه pH متر دیجیتالی (مدل PHS-3E ساخت چین) استفاده شد. برای این منظور pH مقدار مشخصی آب‌میوه را با دستگاه pH متر اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری آنتوسیانین کل با استفاده از روش اختلاف جذب در pHهای مختلف با روش اسپکتروفتومتری صورت گرفت (رولستاد<sup>۱</sup>، ۱۹۷۶). در این روش از دو بافر استفاده گردید. برای آماده‌سازی نمونه‌ها، ۰/۵ میلی‌لیتر از هر عصاره را برداشته و یک شبانه‌روز در دو میلی‌لیتر بافر استخراج قرار داده شد. قرائت آنتوسیانین کل در دو طول موج ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر انجام شد. سپس با فرمول زیر محاسبه گردید:

$$A = (A520 - A700) \text{ pH } 1.0 - (A520 - A700) \text{ pH } 4.5$$

جهت اندازه‌گیری فعالیت پاد اکسایشی کل از رادیکال پایدار دی‌فنیل‌پیکریل‌هیدرازیل (DPPH) استفاده گردید (ابراهیم زاده<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). ۹۰۰ میکرولیتر از عصاره میوه با ۱۰۰ میکرولیتر DPPH ترکیب شده و پس از ۱۵ دقیقه قرار گرفتن در دمای اتاق با طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه طیف‌سنج نوری (MAPADA مدل UV-1800PC ساخت چین) قرائت شد. اعداد جذب در نهایت به درصد مهار تبدیل شده و به صورت درصد مهار آب‌میوه گزارش شد.

$$\text{درصد مهار} = (Ac - As) / Ac \times 100$$

جذب نمونه = As - جذب شاهد = Ac

غلظت اسکوربیک اسید عصاره میوه بر اساس کاهش رنگ ترکیب ۲،۶-دی‌کلروفنل ایندوفنل توسط اسکوربیک اسید اندازه‌گیری شد (بور<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۲۰ نانومتر و در سه تکرار خوانده شد. میزان نیتروژن نیز با استفاده از روش چاپمن و پرات<sup>۴</sup> (۱۹۶۱) محاسبه گردید.

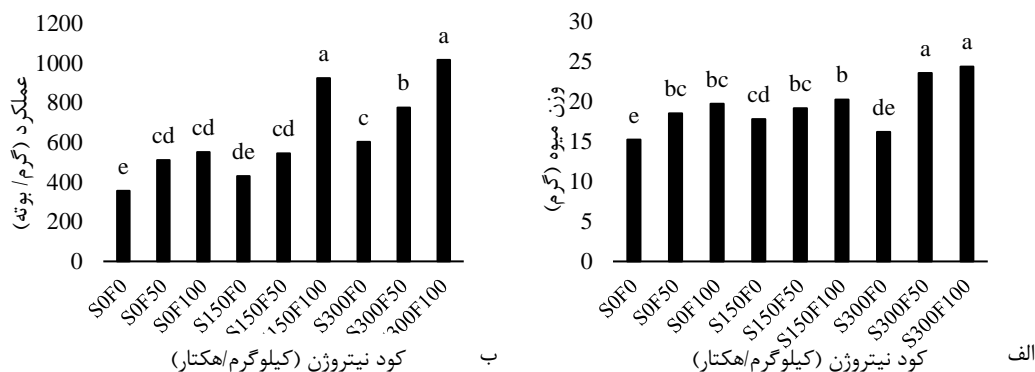
تجزیه داده‌های حاصل از این آزمایش با نرم افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. همچنین نمودارها به وسیله نرم افزار اکسل ۲۰۱۶ رسم شد.

## نتایج و بحث

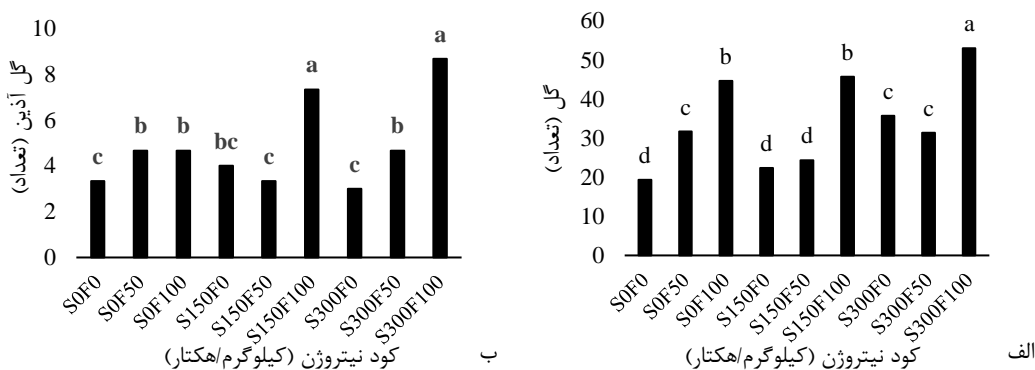
### صفات مورفولوژی

3. Bor  
4. Chapman and Pratt

1. Wrolstad  
2. Ebrahimzadeh



شکل ۱- اثر تغذیه بهاره (S) و پاییزه (F) کود نیتروژن بر میانگین وزن حبه و عملکرد بوته توت فرنگی رقم کاماروسا. میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.



شکل ۲- اثر تغذیه بهاره (S) و پاییزه (F) کود نیتروژن بر تعداد گل (الف) و تعداد گل آذین (ب). میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد و مورفولوژی توت فرنگی در شرایط تغذیه بهاره و پاییزه کود نیتروژن

میانگین مربعات								
منابع تغییرات	درجه آزادی	طول حبه	قطر حبه	وزن حبه	تعداد گل	تعداد گل آذین	تعداد طوقه	عملکرد بوته
تغذیه بهاره	۲	۰/۲۱۵	۰/۳۸۵	۲۹/۱۸**	۵۷۱/۴۴**	۶/۰۳۷*	۱/۳۳	۲۷۰۴۳۲/۵**
تغذیه پاییز	۲	۲/۵۴۸*	۱/۲۶۹*	۶۳/۸۸**	۳۴۵/۳۳**	۱۴/۰۳**	۲/۳۳*	۱۶۱۵۹۶/۰۷**
اثر متقابل	۴	۰/۰۶۶	۰/۰۵۴	۸/۹۹**	۱۵۹/۴۴**	۶/۹۸*	۰/۱۶۶	۱۴۱۵۷/۹۶*
خطا	۱۸	۰/۱۱۴	۰/۰۶۶	۱/۵۳۵	۱۰/۵۱	۱/۵۹	۰/۴۸۱	۵۵۵۲/۸
ضریب تغییرات		۱۸/۳۶	۱۷/۷۵	۱۶/۳۸	۱۰/۴۹	۲۷/۹۲	۲۸/۳۸	۳۲/۱۲

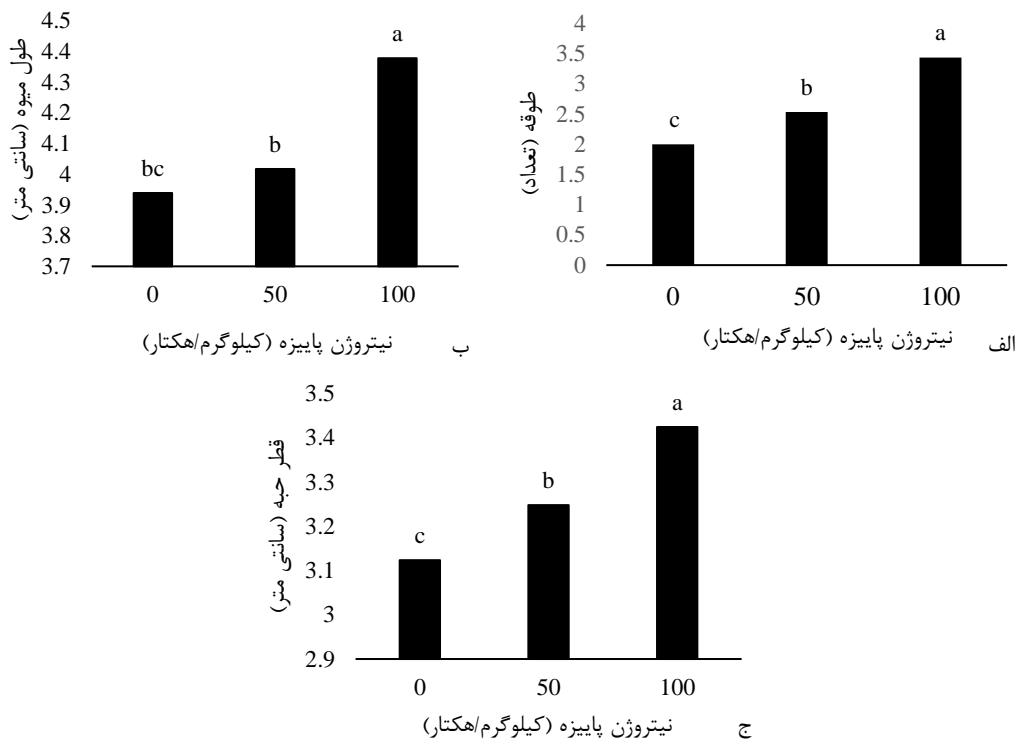
ns, \* و \*\* به ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

غذایی متوسط وزن میوه نیز افزایش یافت (کانتلیف<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۲). دودمان و امیری (۱۳۹۲) گزارش نمودند که افزایش سطح نیتروژن در محلول غذایی متوسط وزن میوه را در رقم سان رایز افزایش داد که با نتایج حاضر همسو می‌باشد. نتایج بررسی صفات مورفولوژی در بوته‌های مادری نشان داد که استفاده از کودهای بهاره و پاییزه در سطوح بالاتر موجب افزایش صفاتی همچون وزن حبه، تعداد گل

بیشترین طول میوه در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود پاییزه به اندازه ۴/۳۷ سانتی‌متر (شکل ۴-ب) و بیشترین قطر حبه نیز در همین تیمار به میزان ۳/۴۲ سانتی‌متر حاصل شد که به‌طور معنی‌داری از سایر تیمارهای تغذیه‌ای پاییزه بالاتر بود (شکل ۴-ج).

در پژوهشی که از سطوح مختلف نیتروژن استفاده شد، نتایج نشان داد که با افزایش سطح نیتروژن در محلول

1. Cantliffe



شکل ۴- اثر تغذیه پاییزه کود نیتروژن بر تعداد طوقه (الف)، طول (ب) و قطر (ج) حبه. میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

کوبین الیزا و پاروس را افزایش داد. همچنین کاربرد اوره در پژوهش مذکور از هفته دوم شهریور به بعد سبب افزایش میزان عملکرد هر بوته شده و بالاترین آن در تیمار هفته سوم شهریور در هر دو رقم مشاهده شد. گلدی در توت‌فرنگی تابع طول روز و تغذیه و تغییرات شرایط فیزیولوژیکی بوته است. کاربرد نیتروژن یک هفته پس از آغاز روز کوتاهی در شرایط کنترل شده میزان عملکرد را در توت‌فرنگی افزایش داده که در ظاهر دلیل این افزایش تغییرات فیزیولوژیکی از جمله کاهش میزان جیبرلیک اسید در این شرایط بوده است (سونستی و همکاران، ۲۰۰۹). در واقع هر چند تیمارهای کودی در هفته سوم و چهارم شهریور سبب افزایش شمار گل و میوه شده است، ولی این افزایش سبب کاهش وزن میوه‌ها نشده است. بر اساس گزارش لیتن<sup>۳</sup> (۲۰۰۲) کاربرد عناصر غذایی در آغاز روز کوتاه سبب افزایش شمار میوه و عملکرد در هر بوته توت فرنگی می‌شود که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. تغذیه توت‌فرنگی با عناصر غذایی در اواخر تابستان و اول پاییز سبب افزایش اندازه طوقه شده و میزان گل و میوه را افزایش

و عملکرد شده است. به‌طور کلی نتایج حاکی از آن بود که کود پاییزه نسبت به تغذیه بهاره اثر بیشتری بر صفات مورفولوژی مورد بررسی در سال دوم دارد. در پژوهش کرشباوم<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۰) کاربرد نیتروژن در اواخر فصل رشد سبب افزایش عملکرد (به‌طور متوسط ۲۲ درصد)، همچنین تولید میوه‌های بازارپسند زودرس شد. تأثیر نیتروژن بر عملکرد محصول توت‌فرنگی با مقادیر مختلف سطوح کود نشان داد که با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی از ۷۵ کیلوگرم در هکتار به ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار، سه تن افزایش عملکرد به‌دست آمد (سانتوز و چاندلر<sup>۲</sup>، ۲۰۰۹). یافته‌های به‌دست آمده به روشنی نشان می‌دهد که زمان کوددهی بر ویژگی‌های کیفی میوه توت‌فرنگی تأثیر متفاوت دارد (بیدکی و همکاران، ۱۳۹۳). هنگامی که تغییرات طول روز در تولید گل توت‌فرنگی تأثیرگذار می‌شود، کاربرد کود نیتروژن می‌تواند تأثیر بالایی بر عملکرد توت‌فرنگی داشته باشد (قادری و همکاران، ۱۳۹۵). نتایج قادری و همکاران (۱۳۹۵) نشان داد که کاربرد نیتروژن به شکل اوره در هفته سوم و چهارم شهریور تعداد حبه در ارقام

3. Lieten

1. Kirschbaum  
2. Santos and Chandler

بخش‌ها نمایان کرده است و به همین دلیل اختلاف آن در برگ سال بعد معنی‌دار نشده است.

تیمارهای نیتروژن پاییزه (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) به همراه تیمارهای نیتروژن بهاره (۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) بیشترین مقدار شاخص سبزی‌نگی را رقم زد که با دو تیمار نیتروژن بهاره (۱۵۰ و ۳۰۰ کیلو و بدون تغذیه پاییزه اختلاف معنی‌داری نشان نداد. همچنین کمترین مقدار در تیمار شاهد به میزان ۳۵/۱ مشاهده شد (شکل ۵-الف).

نتایج نشان داد میزان مواد جامد محلول با افزایش مصرف نیتروژن، کاهش یافت، به طوریکه بیشترین میزان آن در تیمار شاهد به‌دست آمد (شکل ۵-ب).

روند کلی میزان اسیدیته آب‌میوه توت‌فرنگی با افزایش میزان نیتروژن، افزایشی بود. به‌طوری که در تیمار نیتروژن بهاره (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) و پاییزه (۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) بیشترین میزان اسیدیته به‌دست آمد. اما در سایر تیمارها اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۶-الف). میزان شاخص طعم نیز تحت تأثیر تیمار نیتروژن بهاره و پاییزه قرار گرفت و بیشترین میزان آن در تیمار شاهد به مقدار ۱۳/۷۱ حاصل شد. در تیمار نیتروژن بهاره (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و نیتروژن پاییزه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) کمترین مقدار شاخص طعم مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با نیتروژن بهاره (۳۰۰ + پاییزه ۵۰ و بهاره ۱۵۰ + پاییزه ۱۰۰ نداشت (شکل ۶-ب).

میزان آنتوسیانین در مقادیر بالای تغذیه نیتروژن بهاره و پاییزه کاهش بود به‌طوری که کمترین مقدار آن در دو تیمار بهاره ۳۰۰ و پاییزه ۱۰۰، همچنین بهاره ۳۰۰ و پاییزه ۵۰ دیده شد که به‌طور معنی‌داری از سایر تیمارها کمتر

می‌دهد (لیتن، ۲۰۰۲). از عوامل افزایش عملکرد، کاربرد نیتروژن است که موجب توسعه مناسب اندام‌های هوایی طی دوره رشد، منجر به استفاده مفید از نور خورشید و افزایش منابع فتوسنتزی در گیاه می‌شود. بنابراین نیتروژن با افزایش سطح برگ به حد مطلوب، می‌تواند میزان عملکرد را افزایش دهد (خلدبرین و اسلام‌زاده، ۱۳۸۵).

### صفات بیوشیمیایی

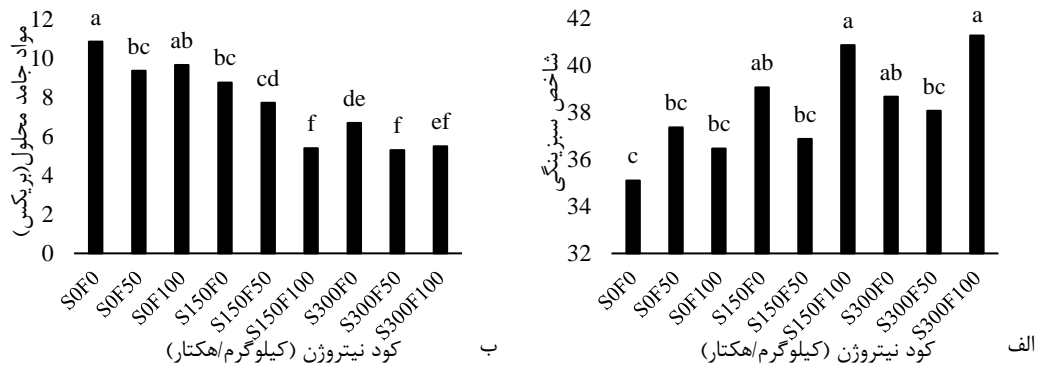
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل کود نیتروژن بهاره و پاییزه، در شاخص سبزی‌نگی، مواد جامد محلول، اسیدیته کل، شاخص طعم، آنتوسیانین و ویتامین ث حبه‌هایی سال بعد معنی‌دار شد (جدول ۳). همچنین اثر ساده کود بهاره و کود پاییزه هر کدام به‌تنهایی بر درصد مهار معنی‌دار شد هر چند میزان نیتروژن برگ تحت تأثیر تیمارهای اعمال شده در خاک مزرعه قرار نگرفته بود (جدول ۳).

البته از آنجا تغذیه نیتروژن در بهار سال قبل و اواخر شهریور همان سال انجام شده و اندازه‌گیری نیتروژن برگ روی برگ‌های تازه رشد یافته در بهار سال بعد انجام گرفت. به نظر می‌رسد که نیتروژن بهاره صرف رشد رویشی همان سال شده و بدون ایجاد اثر منفی بر میزان نیتروژن بوته، منجر به بهبود طوقه و افزایش کربوهیدرات گردیده است. به طوریکه قادری و همکاران (۱۳۹۵) بیان کردند کاربرد نیتروژن در هفته سوم و چهارم شهریور موجب افزایش کربوهیدرات و در نتیجه افزایش شمار گل و میوه گردید. با این تفاسیر به نظر می‌رسد در پژوهش حاضر نیتروژن مصرفی به‌دلیل توزیع مناسب، ضمن جلوگیری از بوته‌سوزی، صرف سوخت و ساز گیاه شده و اثر خود را در سایر

جدول ۳- صفات بیوشیمیایی توت‌فرنگی در شرایط تغذیه بهاره و پاییزه کود نیتروژن

میانگین مربعات										
منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص سبزی‌نگی	TSS	TA	شاخص طعم	pH	آنتوسیانین	مهار رادیکال های آزاد	ویتامین ث	نیتروژن
کود بهاره	۲	۱۰/۳۲	۳۹/۵**	۰/۰۶۴**	۹۱/۸۶**	۰/۰۰۳ <sup>ns</sup>	۱۶۳/۶**	۲۹۴۳/۵ <sup>ns</sup>	۹۰/۳۳**	۰/۲۶۵ <sup>ns</sup>
کود پاییزه	۲	۹/۹۷	۸/۶۸**	۰/۰۱۲**	۱۹/۴۲**	۰/۰۷۴ <sup>ns</sup>	۲۴/۹۳**	۳۶۴/۰۹**	۸/۷۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۷ <sup>ns</sup>
اثر متقابل	۴	۱۳/۳۲*	۱/۹۲*	۰/۰۰۶*	۳/۸۹**	۰/۰۲۱ <sup>ns</sup>	۱۰/۱۲**	۴۰/۴۶ <sup>ns</sup>	۷۱/۱۱**	۰/۰۵۳ <sup>ns</sup>
خطا	۱۸	۳/۷۸	۰/۵۷	۰/۰۰۱	۱/۰۰۴	۰/۰۰۳	۱/۱۵	۵۹/۴۴	۴/۷۷	۰/۰۰۹
ضریب تغییرات	۷/۲۴	۹/۸۳	۴/۷۳	۱۰/۸۲	۵/۴۵	۸/۷۷	۱۱/۷۵	۷/۸۶	۱۴/۶۰	

ns، \* و \*\* به ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد



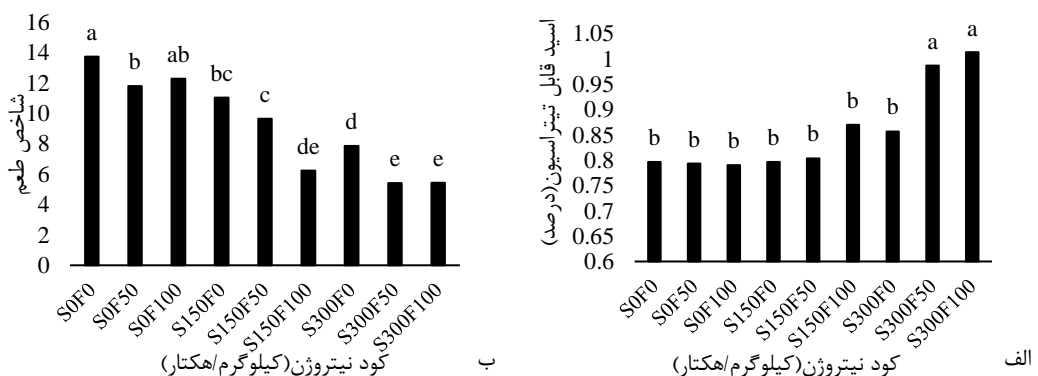
شکل ۵- اثر تغذیه بهاره (S) و پاییزه (F) کود نیتروژن بر شاخص سبزیگی (الف) و مواد جامد محلول (ب). میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

همراستا با نتایج این پژوهش، افزایش غلظت نیتروژن را عامل کاهش معنی‌دار مواد جامد محلول گزارش نموده‌اند (دودمان و امیری، ۱۳۹۲). رنجبر و همکاران (۱۳۹۰) بیان کردند که با افزایش سطح نیتروژن مقدار مواد جامد محلول در رقم پاچارو کاهش می‌یابد. احتمالاً در این شرایط مقداری از قندهای محلول در جریان تنفس گیاه مصرف شده و در نتیجه مواد جامد محلول کاهش می‌یابد (تاکر<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۴). مطالعه بر روی طالبی نشان داد که با افزایش کود نیتروژن، درصد مواد جامد محلول کاهش یافت و بدین ترتیب بالاترین درصد مواد جامد محلول در تیمار عدم مصرف کود نیتروژن به‌دست آمد (حکیمی و همکاران، ۱۳۹۰).

حسن<sup>۲</sup> (۲۰۱۵) گزارش نمود با افزایش سطح نیتروژن در رقم چندلر درصد اسیدیته کل به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در تحقیق دیگری نیز با افزایش مقدار مصرف نیتروژن،

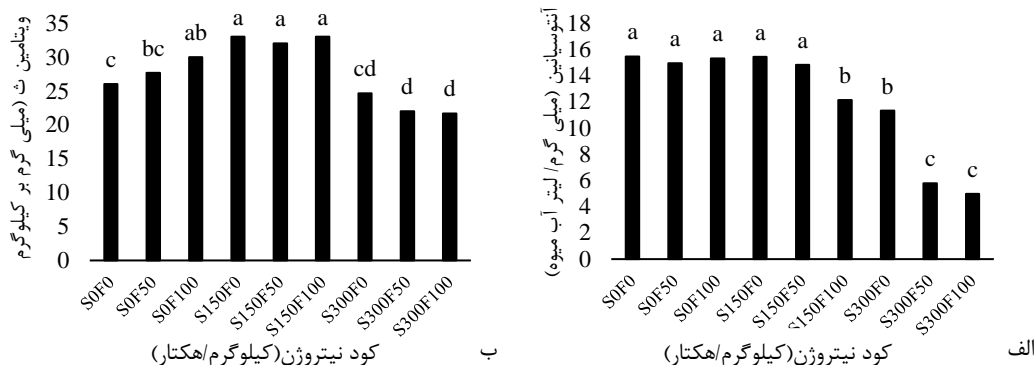
بود. این روند حاکی از آن است که افزایش غلظت نیتروژن موجب کاهش ویتامین ث شده است (شکل ۷- الف). روند تغییرات ویتامین ث در تیمارهای مختلف این آزمایش متفاوت بود ولی به‌طور کلی می‌توان گفت که تیمار بهاره ۱۵۰ ویتامین ث را تولید نمودند و تیمار بهاره ۳۰۰ نیز فارغ از میزان نیتروژن پاییزه کمترین مقدار این ویتامین را نشان دادند (شکل ۷- ب).

اثر متقابل تغذیه بهاره و پاییزه نیتروژن بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی آب‌میوه توت‌فرنگی معنی‌دار نشد ولی اثر ساده تغذیه پاییزه تأثیرگذار بود. همانطور که شکل ۱۰ نیز نشان می‌دهد تغذیه نیتروژن در پاییز موجب کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی آب‌میوه توت‌فرنگی شد لذا تیمار شاهد با درصد مهار ۷۲/۹۳ به‌طور معنی‌داری بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را نشان داد (شکل ۱۱).

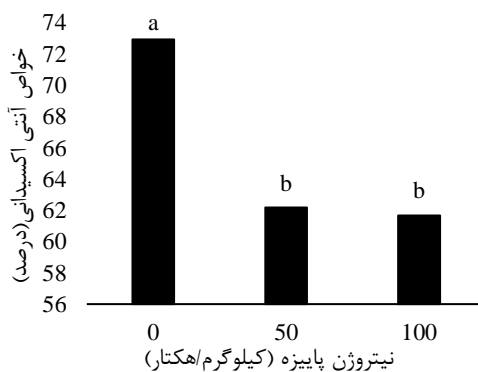


شکل ۶- اثر تغذیه بهاره (S) و پاییزه (F) کود نیتروژن بر اسید قابل تیتراسیون (الف) و شاخص طعم (ب) میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا. میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.





شکل ۷- اثر تغذیه بهاره (S) و پاییزه (F) کود نیتروژن بر محتوای آنتوسیانین (الف) و ویتامین ث (ب). میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.



شکل ۸- اثر تغذیه پاییزه کود نیتروژن بر درصد مهار رادیکال‌های آزاد. میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

نیتروژن موجب کاهش شاخص طعم (TSS/TA) توت‌فرنگی گردید به طوری‌که کمترین مقدار این شاخص در بیشترین میزان نیتروژن مشاهده شد. به‌طور کلی این نتایج در رابطه با مواد جامد محلول، اسیدیته کل و شاخص طعم با نتایج پژوهش حاضر، همسو می‌باشد. بررسی میزان آنتوسیانین در رقم سان‌رایز نشان داد که استفاده از سطوح بالاتر نیتروژن در محلول غذایی موجب کاهش مقدار آنتوسیانین گردید (دودمان و امیری، ۱۳۹۲). در پژوهشی در زمینه اثر نیتروژن بر مقدار آنتوسیانین در رقم چندلر نشان دادند با افزایش مصرف نیتروژن، مقدار آنتوسیانین به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (حسن، ۲۰۱۵). سان و همکاران (۲۰۱۵) بیان نمودند که افزایش غلظت نیتروژن، مقدار آنتوسیانین را در رقم توپاناکا کاهش داد. افزایش نیتروژن موجب کاهش خواص آنتی‌اکسیدانی

اسیدیته کل به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و بیشترین درصد در تیمار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (العربی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۳). کاربرد نیتروژن به شکل اوره موجب افزایش میزان اسیدیته کل شده است. در اثر مصرف اوره رشد رویشی و سطح کربن‌گیری گیاه افزایش یافته و به دنبال آن ساخت موادی همچون اسیدها در گیاه افزایش می‌یابد. افزایش سطح کود اوره در انار بر اسیدیته انار مؤثر بوده و با افزایش سطح اوره، اسیدیته نیز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (پراساد و ملی<sup>۲</sup>، ۲۰۰۳). در انجیر نیز گزارش شده که نیتروژن موجب افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون شده است (آرتان<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۸). سان<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۵) نیز در بررسی رقم توپاناکا، افزایش سطح نیتروژن را سبب کاهش نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته کل دانستند. در این آزمایش مشخص گردید افزایش مقدار

3. Ertan  
4. Sun

1. El-Araby  
2. Prasad and Maili

### نتیجه‌گیری کلی

میزان تغذیه عنصر نیتروژن در سال اول تأثیر قابل توجهی بر کمیت و کیفیت محصول توت‌فرنگی در سال دوم گذاشت. بطوریکه نتایج صفات مورفولوژی و عملکردی از قبیل وزن، اندازه، تعداد گل، تعداد طوقه و عملکرد در سطوح بالای نیتروژن بهاره و پاییزه بیشترین مقدار بود و توانست افزایش عملکرد سه برابری را نسبت به شاهد نشان دهد. این افزایش می‌تواند زمینه‌ساز تولید پایدار محصول در بین توت‌فرنگی‌کاران باشد. با این حال باید دقت داشت که با افزایش سطح نیتروژن شاخص‌های کیفی محصول شامل مواد جامد محلول، شاخص طعم، آنتوسیانین و درصد مهار روند کاهش را نشان دادند. اسیدپتیه قابل تیتراسیون نیز افزایش یافت و مقدار ویتامین ث در مقادیر بالای نیتروژن بهاره و پاییزه کاهش یافت. بنابراین مقادیر بالای کود اوره بهاره و پاییزه هر چند تأثیر مثبت بر عملکرد توت‌فرنگی در سال دوم داشت ولی از کیفیت خوراکی و ارزش غذایی این ریزمیوه به‌طور معنی‌داری کاسته می‌شود. بر همین اساس لازم است پژوهش‌های بعدی برای بهبود کیفی و تولید محصول پایدار و سالم برنامه‌ریزی و اجرا گردد.

### سپاسگزاری

این طرح با حمایت شرکت تعاونی چهارفصل بهنمیر و زیر نظر معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شده که مراتب تقدیر به عمل می‌آید.

(درصد مهار رادیکال آزاد) شده است. در پژوهشی اثر سطوح مختلف نیتروژن بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان داد با افزایش نیتروژن درصد مهار کاهش می‌یابد (دودمان و امیری، ۱۳۹۲). عمر<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش دادند که با افزایش مصرف نیتروژن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی رقم چندلر به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. میزان ویتامین ث در سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن افزایش یافته اما در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافته و حتی کمتر از تیمار شاهد مشاهده شد. نتایج یک پژوهش نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن مقدار ویتامین ث در این رقم به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و کمترین میزان در تیمار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد (العربی و همکاران، ۲۰۰۳). عمر و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که با افزایش سطح نیتروژن، مقدار ویتامین ث موجود در آب‌میوه رقم چندلر کاهش می‌یابد. دلیل کاهش ویتامین ث هنگام استفاده از کود نیتروژن در غلظت‌های بالا، مربوط به نقش نیتروژن در افزایش اندازه سلول بخش خوراکی می‌باشد. افزایش در ابعاد سلول باعث می‌شود که سلول برای حفظ تورژسانس خود آب بیشتری جذب کند که این روند با افزایش جذب آب موجب کاهش اسید اسکوربیک می‌گردد. همچنین گزارش شده که کاربرد کود اوره در کلم بروکلی باعث کاهش ویتامین ث شد (یلدریم<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۷). مصرف بالاترین مقدار کود شیمیایی باعث کاهش میزان ویتامین ث می‌گردد.

### منابع

- اکبری‌نوده‌ی، د. ۱۳۹۳. تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و نیتروژن در شرایط گلدانی بر برخی خصوصیات گیاه توت‌فرنگی رقم سلوا (*Fragaria × ananassa* Duch. Cv. Selva). نشریه مدیریت آب و آبیاری، ۴(۱): ۵۹-۷۲.
- بیدکی، س.، چالوی، و. و پیردشتی، ه. ۱۳۹۳. بهره‌گیری از رومی‌کمپوست و کوددهی پاییزه برای بهبود ویژگی‌های کیفی توت‌فرنگی رقم کاماروسا (*Fragaria × ananassa* Duch. cv. Camarosa) در کشت بدون خاک. نشریه علوم باغبانی ایران، ۴۵(۳): ۲۳۵-۲۴۴.
- تهرانی‌فر، ع. و وحدتی، ن. ۱۳۹۱. کشت بدون خاک توت‌فرنگی: راهنمای علمی و عملی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۱۶ ص.
- حکیمی، ل.، جم‌نژاد، م. و مصباح‌الهدی، ن. ۱۳۹۰. بررسی اثر مصرف کودی همراه کود نیتروژن بر صفات کیفی و بازارپسند طالبی. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه.
- خلدبرین، ب. و اسلام‌زاده، ط. ۱۳۸۴. تغذیه معدنی گیاهان عالی (چاپ اول). انتشارات دانشگاه شیراز، ۵۰۰ ص.

- دودمان، م. و امیری، م. ۱۳۹۲. اثر N، K و Mg بر عملکرد و کیفیت میوه توت‌فرنگی (*Fragaria × ananassa* cv. Sun Rise) در شرایط کشت هیدروپونیک. نشریه روابط خاک و گیاه، ۴(۱۶): ۱۱۱-۱۱۸.
- رنجبر، ر.، عشقی، س. و رستمی، م. ۱۳۹۰. اثر محلول‌پاشی سولفات‌نیکل و اوره بر رشد زایشی و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی رقم پاجارو (*Fragaria ananassa* Duch. cv. Pajaro). علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۲(۷): ۴۱-۴۸.
- طباطبائی، ج. ۱۳۹۳. اصول تغذیه معدنی گیاهان (چاپ اول). انتشارات دانشگاه تبریز. ۵۶۲ ص.
- قادری، ن. و طلائی، ع. ۱۳۸۷. بررسی اثر کاربرد کود حیوانی و اوره بر عملکرد و برخی ویژگی‌های میوه توت‌فرنگی رقم کردستان. مجله علوم باغبانی ایران، ۲۹(۱): ۹۹-۱۰۷.
- قادری، ن.، کوشش‌صبا، م. و شکر، ب. ۱۳۹۵. برهمکنش خاکپوش سفید و زمان کاربرد نیتروژن در آخر فصل رشد بر گلدهی و اجزاء عملکرد توت‌فرنگی (*Fragaria × ananassa* Duch.) در بهار سال بعد. مجله علوم باغبانی ایران، ۴۷(۲): ۳۵۱-۳۶۰.
- مهدوی‌دامغانی، ع.م. و کامکار، ب. ۱۳۸۷. مبنای کشاورزی پایدار (چاپ دوم). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۲۰ ص.
- Acuna-Maldonado, L.E. and Pritts, M.P. 2008. Carbon and nitrogen reserves in perennial strawberry affect plant growth and yield. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 133(6): 735-742.
- Agehara, S. and Nunes, M.C.D.N. 2021. Season and nitrogen fertilization effects on yield and physicochemical attributes of strawberry under subtropical climate conditions. *Agronomy*, 11(7): 1391 p.
- Bor, J.Y., Chen, H.Y. and Yen, G.C. 2006. Evaluation of antioxidant activity and inhibitory effect on nitric oxide production of some common vegetables. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(5): 1680-1686.
- Cai, W.J., Zhao, M.Z., Qian, Y., Wang, J., Yu, H.M. and Yuan, H. 2016. Effect of combined fertilization of NPK on the first inflorescence yield of 'Ningfeng' strawberry. In VIII International Strawberry Symposium 1156: 333-342.
- Cantliffe, D.J., Funes, J., Jovicich, E., Paranjpe, A., Rodriguez, J. and Shaw, N. 2002. Media and containers for greenhouse soilless grown cucumbers, melons, peppers, and strawberries. In VI International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climate: Product and Process Innovation, 614: 199-203.
- Chapman, H.D. and Pratt, P.F. 1961. Methods of analysis for soils. *Plants and Waters*, 169-176.
- Ebrahimzadeh, M.A., Nabavi, S.F., Nabavi, S.M. and Eslami, B. 2010. Antihemolytic and antioxidant activities of *Allium paradoxum*. *Central European Journal of Biology*, 5(3): 338-345.
- El-Araby, S.M., Ghoneim, I.M., Shehata, A.I. and Mohamed, R.A. 2003. Effects of nitrogen, organic manure and biofertilizer applications on strawberry plants. I-Vegetative growth, flowering and chemical constituents of leaves. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*. Alexandria University Egypt, 2(2):36-62.
- Ertan, B., Cobanoglu, F., Shahin, B., Belge, A., Konak, R. and Tepecik, M. 2008. Effect of nitrogen rates on yield and fruit quality of fig (*Ficus carica* L. cv. Sarilop). In; International Meeting on Soil Fertility, Land Management and Agroclimatology, Turkey: 403-411.
- Food and Agriculture Organization. 2018. faostat: Agricultural faostat in FAO.
- Hassan, A.H. 2015. Effect of nitrogen fertilizer levels in the form of organic, inorganic and bio fertilizer applications on growth, yield and quality of strawberry. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 5(2): 604-617.
- Kirschbaum, D.S., Larson, K.D., Weinbaum, S.A. and DeJong, T.M. 2010. Relationships of carbohydrate and nitrogen content with strawberry transplant vigor and fruiting pattern in annual production systems. *The Americas Journal of Plant Science and Biotechnology*, 4: 98-103.
- Lieten, P. 2000. The effect of nutrition prior to and during flower differentiation on phyllody and plant performance of short day strawberry Elsanta. In IV International Strawberry Symposium 567: 345-348.
- Opstad, N. and Sønsteby, A. 2008. Flowering and fruit development in strawberry in a field experiment with two fertilizer strategies. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B—Soil and Plant Science*, 58(4): 297-304.
- Prasad, R.N. and Mali, P.C. 2000. Effect of different levels of nitrogen on quality characters of pomegranate fruit cv. Jalore Seedless. *Haryana Journal of Horticultural Sciences*, 29(3/4): 186-187.

- Rana, G.S. and Singh, K. 1992. Storage life of sweet orange fruits as influenced by fungicides, oil emulsion and package practices. *Crop Research*, 5: 150-155.
- Santos, B.M. and Chandler, C.K. 2009. Influence of nitrogen fertilization rates on the performance of strawberry cultivars. *International Journal of Fruit Science*, 9(2): 126-135.
- Sharma, R.M., Yamdagni, R., Dubey, A.K. and Pandey, V. eds. 2019. *Strawberries: Production, Postharvest Management and Protection*. CRC Press.
- Sønsteby, A., Opstad, N., Myrheim, U. and Heide, O.M. 2009. Interaction of short day and timing of nitrogen fertilization on growth and flowering of 'Korona' strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). *Scientia Horticulturae*, 123(2): 204-209.
- Sun, Y., Niu, G., Wallace, R., Masabni, J. and Gu, M. 2015. Relative salt tolerance of seven strawberry cultivars. *Horticulturae*, 1(1): 27-43.
- Tucker, D.E., Allen, D.J. and Ort, D.R. 2004. Control of nitrate reductase by circadian and diurnal rhythms in tomato. *Planta*, 219(2): 277-285.
- Umar, I., Wali, V.K., Kher, R. and Jamwal, M. 2009. Effect of Fym, Urea and Azotobacter on Growth, Yield and Quality of Strawberry Cv. Chandler. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*: 37(1) :139-143.
- Wrolstad, R.E. 1976. Color and pigment analysis in fruit products. Oregon Agriculture Experiment Station Corvallis, Oregon, Bulletin, 624.
- Yildirim, E., Guvenc, I., Turan, M. and Karatas, A. 2007. Effect of foliar urea application on quality, growth, mineral uptake and yield of broccoli (*Brassica oleracea* L., var. *italica*). *Plant Soil and Environment*, 53(3): 120 p.