Journal of Plant Production Research

Print ISSN: 2322-2050
Online ISSN: 2322-2778

Investigation of Growth and Photosynthetic Characteristics of Strawberry Daughter Plantlets Influenced by nitrogen fertilization of maternal plants

Amir Ali Mohammadi[*1], Mehdi Hadadinejad[2], Kamran Ghasemi[3]

1. Corresponding Author, Ph.D. Student in the Physiology of Production and Post-Harvest of Horticultural Plants, Dept. of Horticultural Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: amiralimohammadi72@yahoo.com
2. Dept. of Horticultural Sciences, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU), Sari, Iran. E-mail: mehdihadadi@gmail.com
3. Dept. of Horticultural Sciences, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU), Sari, Iran. E-mail: kamranghasemi63@gmail.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 09.30.2023
Revised: 11.04.2023
Accepted: 12.02.2023

Keywords:
Anthocyanin,
Bare root transplant,
Fall nutrition,
Spring nutrition

ABSTRACT

Background and Objectives: Strawberry is a herbaceous perennial plant that is mainly propagated using daughter plants obtained from runners in the form of bare roots from December to February from the nursery or propagation center. Typically, runners with larger crown diameters produce a higher number of flowers and consequently have higher yields. Proper nutrition is one of the factors affecting crown diameter. Nutrition during the induction of flowering period is very important for improving flowering. High nitrogen levels during summer may increase crown formation and generally increase production. In this research, application of different amounts of nitrogen fertilizer on mother plants during spring and fall seasons was carried out to determine its effect on the quantitative and qualitative traits of the produced runners.

Materials and Methods: The research was conducted under field conditions in soil beds. Camarosa cultivar plantlets were obtained from a reputable nursery and planted in March 2017 with 40 cm spacing between plants in two rows on ridges in Ghaemshahr. The experiment was carried out as a factorial based on a completely randomized block design with spring fertilization at three levels (0, 150 and 300 kg/ha nitrogen) and fall fertilization also at three levels (0, 50 and 100 kg/ha nitrogen) with three replications (each replication containing 4 plants). Spring fertilization (S) was applied in three splits during March to April (March 30 to April 26) every week and fall fertilization (F) was also applied from Early to late September (September 7th to September 28th) in 2017 on mother plants every week. Then in late November, daughter plantlets were separated and planted separately based on each treatment. After planting the seedlings, no fertilization was applied in order to determine the effect of fertilization of mother plants on the growth and yield of produced plantlets. Subsequently, the fruits were harvested from early May and transferred to the laboratory. Then morphological, biochemical traits of the fruits as well as photosynthetic traits of the plants were evaluated.

Results: The results showed that nitrogen consumption of 150 kg/ha in spring and 100 kg/ha in fall resulted in the maximum fruit length of 3.91 cm. The use of fall fertilizer of 100 kg/ha has resulted in the highest fruit

weight of 15.24 gr. Although this value was not significantly different from other high levels of nitrogen. The use of fall and spring fertilizer decreased the soluble solids and anthocyanin, so that the highest amount of soluble solids (8.47) was observed during the application of fall fertilizer and the time of application of spring fertilizer in the amount of 150 kg/ha, at the rate of 9.66. The amount of anthocyanin was at the highest level from the control treatment to the simultaneous application of 150 kg/ha in spring and 50 kg/ha in fall, and after that it was similar to soluble solids with a decrease. Excessive consumption of nitrogen fertilizer disrupts the balance of beneficial fruit compounds and increases fruit nitrate content. Increased over-consumption of nitrogen fertilizer leads to disruption of fruit compound balance such as vitamin C, anthocyanin, and other secondary metabolites. Fall nitrogen application had a more significant effect on increasing photosynthetic parameters and chlorophyll fluorescence including net photosynthesis and maximum quantum yield of photosystem II.

Conclusion: Overall, the results showed that nitrogen fertilization has a very great impact on the production of strong plantlets. According to the obtained results, application of 100 kg/ha of nitrogen in fall can be recommended for production of healthy strawberry plantlets with high numbers.

Cite this article: Mohammadi, Amir Ali, Hadadinejad, Mehdi, Ghasemi, Kamran. 2024. Investigation of Growth and Photosynthetic Characteristics of Strawberry Daughter Plantlets Influenced by nitrogen fertilization of maternal plants. *Journal of Plant Production Research*, 31 (3), 165-181.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/JOPP.2023.21839.3082
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۲۰۵۰
شاپا آنلاین: ۲۳۲۲-۲۷۷۸

بررسی ویژگی‌های رشدی و فتوسنتزی بوته‌های دختری توت‌فرنگی تحت‌تأثیر کوددهی نیتروژن گیاهان مادری

امیر علی محمدی*[۱]، مهدی حدادی‌نژاد[۲]، کامران قاسمی[۳]

۱. نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری فیزیولوژی تولید و پس از برداشت گیاهان باغبانی، گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: amiralimohammadi72@yahoo.com

۲. گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: mehdihadadi@gmail.com

۳. گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: kamranghasemi63@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۰۸
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۱۱

واژه‌های کلیدی:
آنتوسیانین،
تغذیه بهاره،
تغذیه پاییزه،
نشای ریشه لخت

چکیده

سابقه و هدف: توت‌فرنگی گیاهی علفی و چند ساله است که جهت تکثیر آن، عمدتاً از بوته‌های دختری حاصل از روندک به صورت ریشه لخت در ماه‌های آذر تا دی از خزانه یا محل تکثیر استفاده می‌شود. معمولاً نشاهایی که طوقه با قطر بیش‌تری دارند، تعداد بیش‌تری گل تولید نموده و در نتیجه عملکرد بالاتری دارند. تغذیه مناسب یکی از عوامل مؤثر بر قطر طوقه است. تغذیه در دوره القای گلدهی برای بهبود گلدهی بسیار مهم است. سطوح بالای نیتروژن در طول تابستان ممکن است تشکیل طوقه را افزایش داده و به طور کلی تولید را افزایش دهد. در این پژوهش نیز کاربرد مقادیر مختلف کود نیتروژن بر گیاهان مادری طی فصل‌های بهار و پاییز انجام شده تا تأثیر آن روی صفات کمی و کیفی نشاهای تولیدی مشخص شود.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در شرایط مزرعه‌ای در بسترهای خاکی انجام شد. بوته‌های رقم کاماروسا از یک نهالستان معتبر تهیه و در اسفند ماه ۱۳۹۶ با فاصله بین بوته ها ۴۰ سانتی‌متر در دو ردیف بر روی پشته های قائمشهر کاشته شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با کوددهی بهاره در سه سطح (۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) و کوددهی پاییزه نیز در سه سطح (۰، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با سه تکرار (هر تکرار شامل ٤ گیاه) انجام شد. کود بهاره (S) در سه تقسیم در طی ماه‌های فروردین تا اردیبهشت (۱۰ فروردین تا ۷ اردیبهشت) هر هفته و کود پاییزه (F) نیز از اواخر شهریور تا اوایل مهر (۱٦ شهریور تا ٦ مهر) در سال ۱۳۹٦ بر روی گیاهان مادر به صورت هفتگی اعمال

شد. سپس در اواخر آبان ماه، بوته‌های دختری جدا شده و بر اساس هر تیمار به طور جداگانه کاشته شدند. پس از کاشت نشاها، هیچ کوددهی بر گیاهچه‌های تولید شده اعمال نشد. پس از آن، میوه‌ها از اوایل اردیبهشت برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس صفات ریخت‌شناسی، زیست‌شیمیایی میوه‌ها و هم‌چنین صفات فتوسنتزی گیاهان مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که مصرف نیتروژن بهاره ۱۵۰ و پاییزه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، بیش‌ترین طول میوه به میزان ۳/۹۱ سانتی‌متر را به همراه داشت. استفاده از کود پاییزه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار موجب شده بیش‌ترین وزن میوه به میزان ۱۵/۲٤ گرم مشاهده گردد. اگرچه این مقدار با سایر سطوح بالای نیتروژن تفاوت معنی‌داری نداشت. کاربرد کود پاییزه و بهاره موجب کاهش مواد جامد محلول و آنتوسیانین گردید، به طوری که بیش‌ترین مقدار مواد جامد محلول (۸/٤۷) در زمان کاربرد کود پاییزه و زمان کاربرد کود بهاره به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به میزان ۹/٦٦ مشاهده گردید. مقدار آنتوسیانین نیز از تیمار شاهد تا کاربرد هم‌زمان کود بهاره ۱۵۰ و پاییزه ۵۰ کیلوگرم در هکتار در بالاترین سطح بوده و پس از آن مشابه با مواد جامد محلول با کاهش همراه بود. مصرف زیاد کود نیتروژن تعادل ترکیبات مفید میوه را به هم می‌زند و میزان نیترات میوه را افزایش می‌دهد. افزایش مصرف بیش از حد کود نیتروژن منجر به اختلال در تعادل ترکیبات میوه مانند ویتامین C، آنتوسیانین و سایر متابولیت‌های ثانویه شده است. کاربرد نیتروژن پاییزه تأثیر بیش‌تری بر افزایش پارامترهای فتوسنتزی و فلورسانس کلروفیل از جمله فتوسنتز خالص و حداکثر بازده کوانتومی فتوسیستم II داشت.

نتیجه‌گیری: در مجموع نتایج نشان داد که کوددهی نیتروژن تأثیر بسیار زیادی بر تولید گیاهچه‌های قوی دارد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در پاییز را می‌توان برای تولید بوته‌های توت‌فرنگی سالم با تعداد بالا توصیه نمود.

استناد: محمدی، امیر علی، حدادی‌نژاد، مهدی، قاسمی، کامران (۱۴۰۳). بررسی ویژگی‌های رشدی و فتوسنتزی بوته‌های دختری توت‌فرنگی تحت‌تأثیر کوددهی نیتروژن گیاهان مادری. *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۳۱ (۳)، ۱۸۱-۱۶۵.
DOI: 10.22069/JOPP.2023.21839.3082

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

توت‌فرنگی تجاری با نام علمی *Fragaria×ananassa* متعلق به تیره گلسرخیان (Rosaceae) و یک بوته علفی دائمی است (۱) که از طریق بوته‌های دختری حاصل از روندک تکثیر می‌شود. میزان باقی‌مانده کودها به‌خصوص نیتروژن در حبه توت‌فرنگی از جمله مهم‌ترین نگرانی‌های مصرف‌کنندگان آن است. استان مازندران پس از کردستان با ۱۵۰۰ هکتار سطح زیر کشت توت‌فرنگی دومین تولیدکننده توت‌فرنگی کشور است اما بخش عمده نشا توت‌فرنگی این استان از استان‌های دیگر خریداری می‌شود و علاوه بر مشکلات ناشی از سلامت نشا و بیماری‌ها، از ناسازگاری اقلیمی نیز برخوردار است که ازجمله مشکلات عمده‌ای هستند که در افزایش کمیت و کیفیت توت‌فرنگی ایران وجود دارد (۲). تغذیه متعادل عناصر غذایی و مواد آلی از مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر بر عملکرد و کیفیت محصول توت‌فرنگی می‌باشد.

جهت تکثیر توت‌فرنگی از بوته‌های دختری حاصل از روندک استفاده می‌شود که عمدتاً به صورت ریشه لخت در ماه‌های آذر تا دی از خزانه یا محل تکثیر برداشت می‌شود. برگ و ریشه نشا را هرس نموده و آن‌ها را بر اساس قطر طوقه دسته‌بندی می‌نمایند. معمولاً نشاهایی که طوقه با قطر بیش‌تری دارند، تعداد بیش‌تری گل تولید نموده و در نتیجه عملکرد بالاتری دارند (۳). از جمله عوامل مؤثر بر قطر طوقه تغذیه مناسب می‌باشد. تغذیه در زمان گل‌انگیزی برای بهبود گل‌دهی اهمیت بالایی داشته و تغذیه در فصل بهار بر تولید گل اثر کم‌تری در مقایسه با تغذیه پاییزه دارد. هم‌چنین تغذیه توت‌فرنگی با مقادیر بهینه نیتروژن می‌تواند اثرات مثبتی بر آغازش گل توت‌فرنگی داشته باشد (٤). سطح بالای نیتروژن در طول تابستان ممکن است تشکیل طوقه را افزایش داده و در مجموع تولید را بالا برد (۵). رشد گیاه و هم‌چنین عملکرد و کیفیت توت‌فرنگی بسته به تیمارهای مختلف کشاورزی که در طول فصل رشد انجام می‌شود. بوته‌های توت‌فرنگی به دلیل تولید زیست‌توده کل فراوان با وجود اندازه کوچک گیاه، به مقادیر زیادی کود نیاز دارند. توت‌فرنگی یکی از حساس‌ترین گیاهان در اختلالات مرتبط با مواد مغذی است و مدیریت مواد مغذی عاملی کلیدی در تضمین عملکرد بالا و کیفیت میوه است (٦). یکی از عوامل مؤثر بر بهبود عملکرد، استفاده کارآمد از کود نیتروژن است. این عنصر تأثیر عمیقی بر رشد گیاه داشته و در پژوهشی که از منابع مختلف نیتروژنی استفاده شد، نتایج نشان داد که بیش‌ترین عملکرد توت‌فرنگی در کاربرد کود اوره به دست آمد. هم‌چنین مقدار گلدهی با کوددهی نیتروژنی در توت‌فرنگی افزایش یافت (۷). از میان منابع مختلف نیتروژنی، استفاده از اوره سبب افزایش عملکرد و تشکیل میوه می‌شود. هم‌چنین استفاده از کود نیتروژنی در گیاه توت‌فرنگی با افزایش گل‌دهی همراه می‌شود، که بسته به زمان استفاده، اثر متفاوت دارد (۷). کوددهی نیتروژن به شدت بر زودرسی میوه و عملکرد تأثیر می‌گذارد، به خصوص زمانی که نیتروژن قبل از کاشت استفاده گردد، اثر بیش‌تری دارد. در واقع بهینه‌سازی کود نیتروژن در اوایل فصل یک استراتژی تولید مهم برای بهبود سودآوری تولید توت‌فرنگی است. علاوه بر این، مدیریت کود وابسته به رقم و مقدار مصرف می‌باشد، که می‌تواند کارایی مصرف کود را بهبود بخشد و در عین‌حال کاهش کیفیت میوه و خطرات آلودگی محیطی را به حداقل برساند (۸). کاربرد نیتروژن میزان عملکرد را بالا برده و زمان کاربرد آن پس از آغاز روز کوتاه اثر متفاوتی بر آن گذاشته است. بیش‌ترین شمار گل زمانی به دست آمد که کوددهی یک هفته پس از آغاز روز کوتاه انجام شد (۹). نتایج پژوهشی نشان داد که کاربرد کود اوره در اواخر تابستان به همراه کود حیوانی تأثیر مثبتی بر افزایش عملکرد توت‌فرنگی

داشته است (۱۰). هم‌چنین در پژوهشی دیگر نیز بیان گردید کاربرد سطوح بالای نیتروژن در بهار و پاییز می‌تواند در سال دوم، عملکرد توت‌فرنگی را افزایش دهد (۱۱). با توجه به پژوهش‌های پیشین، هدف از این پژوهش، کاربرد مقادیر مختلف کود نیتروژن بر گیاهان مادری طی فصل‌های بهار و پاییز بوده، تا تأثیر آن روی صفات کمی و کیفی نشاهای تولید شده مشخص شود.

مواد و روش‌ها

پژوهش در بستر خاکی با مشخصات جدول ۱، در شرایط مزرعه انجام شد. نشا رقم کاماروسا از نهالستان معتبر تهیه و در اسفندماه ۱۳۹۵ با فاصله ٤٠ سانتی‌متر بین بوته، روی پشته به صورت دو ردیفه در شهرستان قائم‌شهر، کاشته شدند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به‌شکل کوددهی بهاره در سه سطح (۰ و ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) و کود دهی پاییزه نیز در سه سطح (۰ و ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) و در ۳ تکرار (هر تکرار شامل ٤ بوته) انجام گرفت. منبع مورد استفاده برای تامین نیتروژن، کود اوره بوده که دارای ٤٦ درصد نیتروژن بود.

جدول ۱- مشخصات خاک مورد استفاده در کشت خاکی توت‌فرنگی رقم کاماروسا در شهرستان قائم‌شهر.

Table 1. Soil characteristics used in soil cultivation of strawberry cv. Camarosa in Qaemshahr city.

پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	مواد خنثی‌شونده TNV	هدایت الکتریکی EC	اسیدیته pH	مواد آلی Organic Matter	کربن آلی Organic Carbon	بافت خاک Soil Texture
(ppm)	(ppm)	(%)	(%)	ds/m	-	(%)	(%)	-
363	11	0.2	1.5	0.78	7.78	3.45	2.01	Loam

کوددهی بهاره (S) به صورت یک هفته در میان، در سه قسمت در ماه‌های فروردین تا اردیبهشت (۱۰ فروردین تا ۷ اردیبهشت) و کود دهی پاییزه (F) نیز از اواخر شهریور تا اوایل مهر (۱٦ شهریور تا ٦ مهر) ۱۳۹٦ به صورت یک هفته در میان بر روی گیاهان مادری به صورت کودآبیاری اعمال گردید. سپس در اواخر آبان گیاهان دختری را جدا نموده و بر اساس هر تیمار به صورت جداگانه کشت گردید. پس از کشت نشاها، هیچ‌گونه تغذیه‌ای صورت نگرفت تا تأثیر کوددهی گیاهان مادری بر رشد و عملکرد نشاهای تولیدی، مشخص شود. در ادامه میوه‌ها از اوایل اردیبهشت برداشت شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس صفات ریخت‌شناسی، زیست‌شیمیایی میوه و هم‌چنین صفات فتوسنتزی گیاه مورد بررسی قرار گرفت.

صفات ریخت‌شناسی: طول و قطر میوه‌ها با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. بدین‌صورت که طول و قطر ۵ توت‌فرنگی را اندازه گرفته و به صورت میانگین یادداشت شد. میوه‌ها را با ترازوی دیجیتال وزن نموده و اعداد یادداشت شد. به طوری که برای وزن کردن نمونه‌ها ۵ میوه را انتخاب نموده و میانگین وزن آن‌ها ثبت شد. هم‌چنین همه میوه‌های برداشت شده از هر گیاه را وزن نموده تا در نهایت عملکرد کل بوته محاسبه گردد. برای محاسبه تعداد گل نیز در هر بوته، از ابتدای گلدهی تا پایان دوره، تعداد گل شمارش گردید.

صفات زیست‌شیمیایی: اگرچه میوه‌ها از لحاظ زمانی ناهمرسی داشته و برای بیش‌تر صفات مورد بررسی از میوه‌های فریزشده استفاده گردید، اما برای اندازه‌گیری

مواد جامد محلول و اسید قابل تیتراسیون از میوه‌های تازه استفاده شد. برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفرکتومتر چشمی (مدل ATC-20E Atogo) موجود در آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری استفاده گردید. برای تعیین این پارامتر یک قطره از عصاره توت‌فرنگی روی لنز رفرکتومتر ریخته و عدد نمایش داده شده بر مبنای درجه بریکس یادداشت گردید. اسیدیته قابل تیتراسیون با استفاده از تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال برای اسید سیتریک ۰/۰٦٤ اندازه‌گیری شد (۱۲). اندازه‌گیری آنتوسیانین کل با استفاده از روش اختلاف جذب در pH های مختلف با روش اسپکتروفتومتری صورت گرفت (۱۳). در نهایت پس از آماده‌سازی، قرائت آنتوسیانین کل در دو طول‌موج ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر توسط دستگاه طیف‌سنج نوری انجام شد.

جهت اندازه‌گیری فعالیت پاد اکسایشی کل از رادیکال پایدار دی فنیل پیکریل هیدرازیل (DPPH) استفاده گردید (۱٤). یک میلی‌لیتر عصاره با یک میلی‌لیتر محلول DPPH مخلوط شد. هم‌چنین از محلول یک لوله حاوی DPPH خالص به عنوان شاهد استفاده گردید. پس از قرائت با طول‌موج ۵۱۷ نانومتر، اعداد جذب در نهایت به درصد مهار تبدیل شده و به‌صورت درصد مهار آب‌میوه گزارش شد.

صفات فتوسنتزی: اندازه‌گیری صفات فتوسنتزی از دستگاه فتوسنتزمتر (Walz) مدلGFS-3000 ساخت کشور آلمان انجام شد. اندازه‌گیری‌ها حدود پنج ماه پس از کاشت بوته‌های دختری انجام گرفت. ابتدا پارامترهای فتوسنتزی مانند تعرق، اختلاف فشار بخار، هدایت روزنه‌ای، فتوسنتز خالص، توسط دستگاه محاسبه شد. در ادامه برگ‌های گیاه به مدت ۳۰ دقیقه جهت سازگاری به تاریکی از نور خورشید محافظت شدند و سپس صفات فلورسانس کلروفیل شامل فلورسانس حداقل، فلورسانس حداکثر و حداکثر عملکرد کوانتومی فتوسیستم II مورد ارزیابی قرار گرفتند (۱۵). فلورسانس حداقل (Fo) با همه مراکز واکنشی باز فتوسیستم II، توسط نور مدوله شده‌ای با شدت پایین (۰/۱ $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$) و فلورسانس حداکثر (Fm) با تابش پالس اشباع نوری (۸۰۰۰$\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$) به‌مدت یک ثانیه در برگ‌های سازگار به تاریکی تعیین شد. در ادامه با استفاده از فرمول (Fm-Fo)/Fm حداکثر عملکرد کوانتومی فتوسیستم II محاسبه گردید.

روش‌های آماری: تجزیه داده‌های حاصل از این آزمایش با نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد صورت گرفت. هم‌چنین نمودارها به‌وسیله نرم‌افزار اکسل ۲۰۱٦ رسم شد.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تغذیه بهاره و پاییزه بوته‌های مادری، بر صفات ریخت‌شناسی و زیست‌شیمیایی بوته‌های دختری مؤثر است. به طوری که اثر متقابل این دو عامل بر طول، قطر و وزن میوه، عملکرد و آنتوسیانین معنی‌دار شده است. هم‌چنین اثر ساده تغذیه بهاره در سال قبل بر درصد مهار و اثر ساده تغذیه پاییزه بر تعداد گل، مواد جامد محلول و درصد مهار معنی‌دار شده است (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه و تحلیل واریانس ویژگی‌های ریخت‌شناسی و زیست‌شیمیایی گیاهان دختری توت‌فرنگی در شرایط کوددهی نیتروژن بهاره و پاییز.

Table 2. Analysis of variance for morphological and biochemical characteristics of strawberry daughter plantlets under spring and fall nitrogen fertilization conditions.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square								
		طول میوه Fruit length	قطر میوه Fruit diameter	وزن میوه Fruit weight	تعداد گل Flower number	عملکرد Yield	مواد جامد محلول TSS	اسیدیته قابل تیتر TA	آنتوسیانین Anthocyanin	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی DPPH%
تغذیه بهاره Spring N. (S)	2	0.044^{ns}	0.054^{ns}	4.022^{ns}	4.00^{ns}	867.11^{ns}	39.52**	0.074^{ns}	102.22**	1937.9**
تغذیه پاییزه Fall N. (F)	2	0.004^{ns}	0.001^{ns}	34.04**	26.33*	5426.67**	8.68**	0.114^{ns}	28.13**	248.14**
اثر متقابل S×F	4	0.329*	0.089^{ns}	4.81*	17.33^{ns}	970.11^{ns}	1.92^{ns}	0.036^{ns}	14.17**	42.38^{ns}
خطا Error	18	0.093	0.041	1.54	6.37	501.11	0.87	0.051	2.25	49.22
ضریب تغییرات C.V		8.82	7.30	9.99	16.22	9.96	10.33	8.63	10.88	13.05

^{ns}، * و ** به ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار به ترتیب در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ درصد

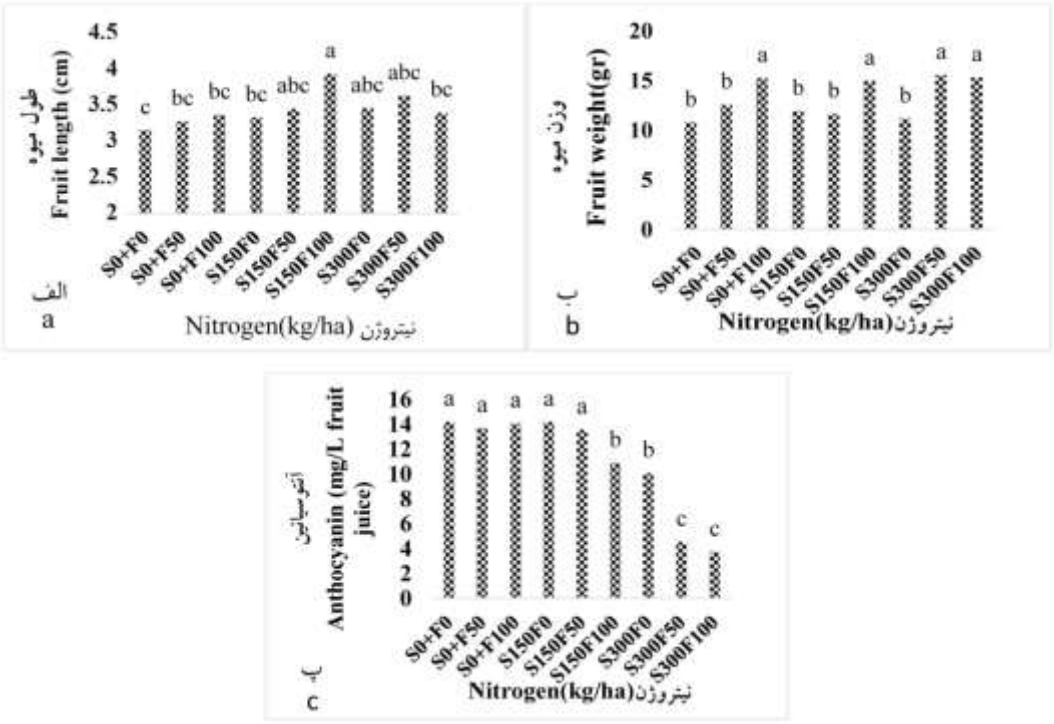
^{ns}, * and ** indicate insignificance and significance at the statistical level of 5 and 1%, respectively

نتایج نشان داد در تیمار شاهد کم‌ترین مقدار طول میوه به میزان ۳/۱٤ سانتی متر مشاهده گردید. هم‌چنین با افزایش تغذیه نیتروژنه بر طول میوه توت‌فرنگی افزوده شد، تا جایی‌که بوته‌هایی تولید شده از گیاهان مادری تحت تیمار نیتروژن بهاره ۱۵۰ و پاییزه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، بیش‌ترین طول میوه به میزان ۳/۹۱ سانتی‌متر نشان دادند. اگرچه این مقدار با برخی تیمارهای دیگر تفاوت معنی‌داری نداشت، اما نشان داد تغذیه با مقادیر بیش‌تر نیتروژن اثر منفی داشته و می‌تواند منجر به کاهش طول میوه نیز شود (شکل ۱- الف).

بررسی وزن تک میوه نشان داد که استفاده از کود پاییزه به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و به تنهایی در گیاهان مادری توانسته موجب افزایش وزن میوه در گیاهان دختری شود و بیش‌ترین مقدار را نشان دهد. اگرچه کاربرد کود بهاره و پاییزه نیز مؤثر بوده اما این نتایج نشان می‌دهد کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در پاییز بر روی گیاه مادری کافی بوده و می‌تواند با تامین نیاز گیاه دختری موجب افزایش وزن میوه گردد (شکل ۱- ب). با افزایش سطح نیتروژن در گیاهان مادری، میزان آنتوسیانین در میوه‌های گیاهان دختری با کاهش همراه بود. در تیمارهای شاهد تا نیتروژن بهاره ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و نیتروژن پاییزه ۵۰ کیلوگرم در هکتار مقدار آنتوسیانین در بالاترین سطح آماری قرار داشته که بیانگر امکان جایگزینی این دو زمان کوددهی در مزرعه، به‌خصوص در زمان وقوع بارندگی یا شرایط نامناسب اقلیمی است (شکل ۱- پ). کاربرد نیتروژن پاییزه به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین تعداد گل با میانگین ۱۷/٤٤ را به دنبال داشت. هم‌چنین تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن اگرچه موجب افزایش تعداد گل نسبت به

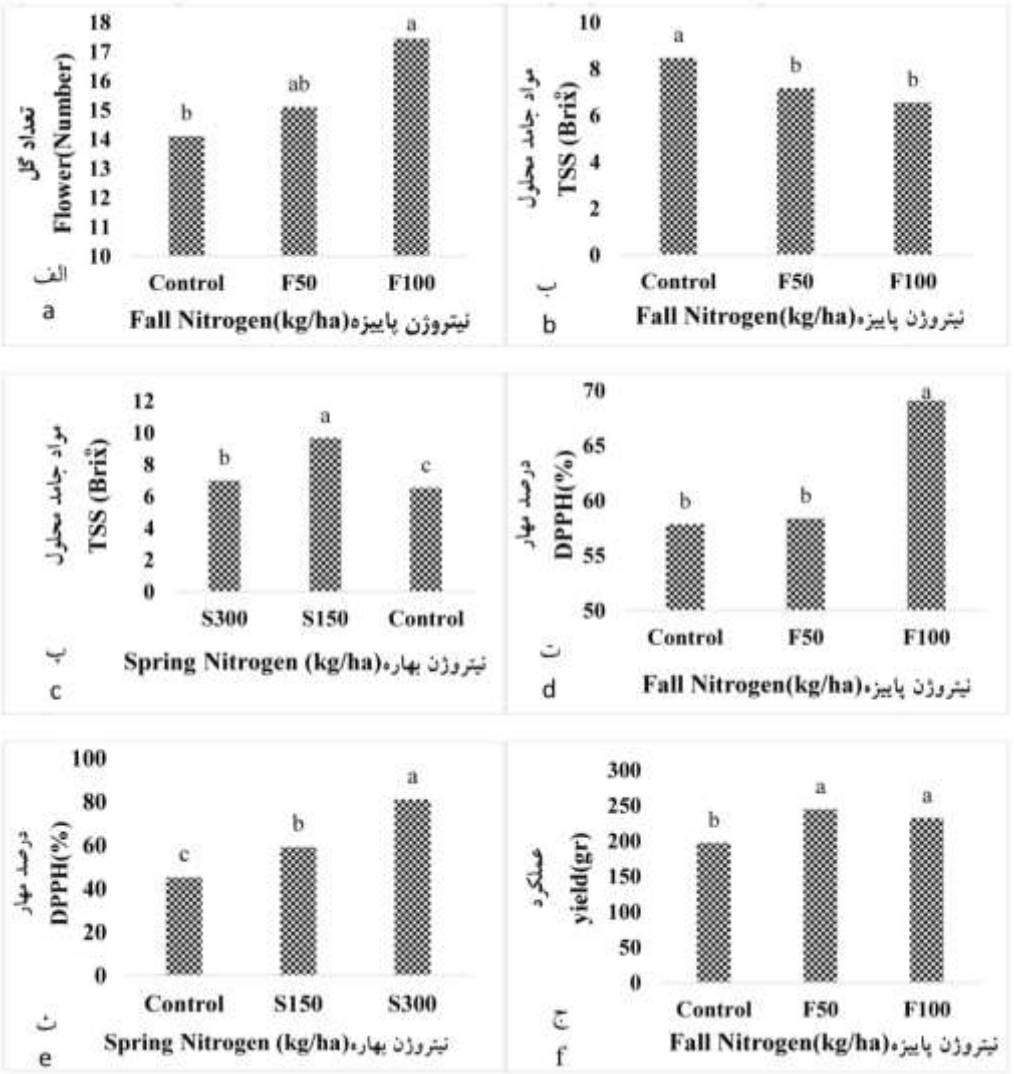
تیمار شاهد شده است، اما اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد (شکل ۲- الف).

نتایج نشان داد با افزایش سطح نیتروژن پاییزه، از میزان مواد جامد محلول کاسته شد. در تیمار شاهد نیتروژن پاییزه میانگین مواد جامد محلول ۸/٤۷ بیش‌ترین مقدار بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. هم‌چنین میان دو تیمار ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری دیده نشد. (شکل ۲- ب). اثر کود بهاره نیز بر مواد جامد محلول نشان داد که تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بر میزان آن افزوده شده و با رسیدن به بالاترین سطح نیتروژن با کاهش معنی‌داری همراه بود (شکل ۲- پ). کاربرد نیتروژن بهاره ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، بیش‌ترین درصد مهار رادیکال‌های آزاد در میوه‌ها به میزان ۸۱/۰٤ درصد به همراه داشت که افزایش ۱/۸ برابری را نسبت به شاهد دیده می‌شود (شکل ۲- ث). هم‌چنین در زمان کاربرد کود پاییزه اگرچه اختلاف معنی داری میان تیمار شاهد و نیتروژن ۵۰ کیلوگرم در هکتار دیده نمی‌شود اما در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین مقدار به میزان ٦۹/۱۲ درصد دیده شده است (شکل ۲- ت). بیش‌ترین عملکرد بوته در زمان کاربرد کود پاییزه در سطح ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده گردید که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (شکل ۲- ج).



شکل ۱- اثر کودهای نیتروژنه بهاره و پاییزه سال قبل بر طول میوه (الف)، وزن (ب) و آنتوسیانین (ت) میوه در بوته دختری.
S0+F0: شاهد، S0+F50: ۵۰ کیلوگرم کود پاییزه، S0+F100: ۱۰۰ کیلوگرم کود بهاره، S150F0: ۱۵۰ کیلوگرم کود بهاره، S150F50: ۱۵۰ کیلوگرم کود بهاره+ ۵۰ کیلوگرم کود پاییزه، S150F100 : ۱۵۰ کیلوگرم کود بهاره+ ۱۰۰ کیلوگرم کود پاییزه، S300F0: ۳۰۰ کیلوگرم کود بهاره، S300F50: ۳۰۰ کیلوگرم کود بهاره+ ۵۰ کیلوگرم کود پاییزه، S300F100: ۳۰۰ کیلوگرم کود بهاره+ ۱۰۰ کیلوگرم کود پاییزه.

Fig. 1. The effect of spring and fall nitrogen fertilizers of the previous year on fruit length (a), weight (b) and anthocyanin (c) in daughter plants.
S0+F0: control, S0+F50: 50 kg fall fertilizer, S0+F100: 100 kg spring fertilizer, S150F0: 150 kg spring fertilizer, S150F50: 150 kg spring fertilizer+ 50 kg fall fertilizer, S150F100: 150 kg spring fertilizer+ 100 kg of fall fertilizer, S300F0: 300 kg of spring fertilizer, S300F50: 300 kg of spring fertilizer + 50 kg of fall fertilizer, S300F100: 300 kg of spring fertilizer + 100 kg of fall fertilizer.



شکل ۲- اثر کود نیتروژنه پاییزه بر تعداد گل (الف)، مواد جامد محلول (ب)، درصد مهار (ت)، عملکرد (ج) و اثر کود بهاره بر مواد جامد محلول (پ) و درصد مهار رادیکال‌های آزاد (ث) در بوته دختری.

Control: شاهد، F50: ۵۰ کیلوگرم کود پاییزه، F100: ۱۰۰ کیلوگرم کود پاییزه، S150: ۱۵۰ کیلوگرم کود بهاره، S300: ۳۰۰ کیلوگرم کود بهاره.

Fig. 2. The effect of fall nitrogen fertilizer on the number of flowers (a), soluble solids (b), inhibition percentage (d), yield(f) and the effect of spring fertilizer on the soluble solids(c) and inhibition percentage of free radicals (e) in daughter plant.
F50: 50 kg fall fertilizer, F100: 100 kg fall fertilizer, S150: 150 kg spring fertilizer, S300: 300 kg spring fertilizer.

نتایج بررسی صفات ریخت‌شناسی در بوته‌های دختری نشان داد که استفاده از کود پاییزه در برخی صفات مورد بررسی وزن میوه و عملکرد مؤثر واقع شده است. به طور کلی نتایج بیانگر آن بود که کود پاییزه نسبت به تغذیه بهاره اثر بیش‌تری بر صفات نشا دارد. در پژوهشی نتایج نشان داد که استفاده از نیتروژن در اواخر فصل رشد توت‌فرنگی منجر به افزایش عملکرد می‌شود (با افزایش میانگین ۲۲ درصد) و هم‌چنین تولید میوه‌های زودرس و قابل فروش را تسریع می‌کند (۱۶). تأثیر نیتروژن بر عملکرد محصول توت‌فرنگی با استفاده از سطوح مختلف کود نیتروژن مورد بررسی قرار گرفت و نتایج

نشان داد که با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن از ۷۵ کیلوگرم در هکتار به ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار، عملکرد سه تن بیش‌تر به دست آمد (۱۷). هم‌چنین، یافته‌های پژوهشی نشان داد که زمان کوددهی تأثیر متفاوتی بر ویژگی‌های کیفی میوه‌های توت‌فرنگی دارد (۱۸). به علاوه، استفاده از کود نیتروژن در زمانی که طول روز برای تولید گل در توت‌فرنگی تأثیر دارد، می‌تواند تأثیر بالایی بر عملکرد توت‌فرنگی داشته باشد (۱۹). نتایج مطالعه‌ای نشان داد که استفاده از کود اوره در هفته سوم و چهارم شهریور تعداد میوه در ارقام کویین الیزا و پاروس را افزایش می‌دهد. هم‌چنین، نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از کود اوره از هفته دوم شهریور به بعد منجر به افزایش عملکرد هر بوته می‌شود و بیش‌ترین افزایش در تیمار هفته سوم شهریور در هر دو رقم مشاهده شده است (۱۹). گزارش‌ها نشان می‌دهند که استفاده از کود نیتروژن یک هفته پس از آغاز روزهای کوتاه در شرایط کنترل شده منجر به افزایش عملکرد توت‌فرنگی می‌شود، که علت این افزایش به تغییرات فیزیولوژیکی مانند کاهش سطح جیبرلیک اسید در این شرایط برمی‌گردد (۹).

در واقع، هرچند تیمار کودی در هفته سوم و چهارم شهریور منجر به افزایش تعداد گل و میوه می‌شوند، اما این افزایش منجر به کاهش وزن میوه‌ها نمی‌شود. بر اساس گزارشی، کاربرد عناصر غذایی در آغاز روزهای کوتاه منجر به افزایش تعداد میوه و عملکرد در هر بوته توت‌فرنگی می‌شود (۲۰) که با نتایج این پژوهش سازگاری دارد. تغذیه توت‌فرنگی با عناصر غذایی در اواخر تابستان و اوایل پاییز منجر به افزایش اندازه طوقه شده و تعداد گل و میوه را افزایش می‌دهد (۲۰). نتایج پژوهشی در گیاه خیار نشان داد که استفاده از نیتروژن تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر وزن و درصد خشک اندام هوایی گیاه دارد (۲۱). هم‌چنین، استفاده از نیتروژن و پتاسیم منجر به افزایش وزن و خشکی اندام هوایی گیاه توت‌فرنگی می‌شود (۲۲). نقش نیتروژن در رشد اندام‌های رویشی مانند برگ‌ها و شاخساره‌ها بسیار مهم است. به همین دلیل، مصرف بیش از حد آن می‌تواند رشد رویشی را تحریک کند، سبزینه برگ‌ها را افزایش دهد و تشکیل گل و میوه را به تأخیر بیندازد (۲۳). به نظر می‌رسد افزایش جذب عناصر غذایی می‌تواند منجر به افزایش تجمع مواد خشک و معدنی در برگ‌ها و ساقه‌های گیاه شود که در طول دوره رشد میوه به سمت میوه حرکت می‌کنند (۲۰، ۲٤).

نتایج صفات زیست‌شیمیایی بوته‌های مادری نشان داد که این صفات تحت‌تأثیر تغذیه نیتروژن بهار و پاییز سال قبل قرار گرفت. هم‌چنین استفاده از نیتروژن به‌خصوص در پاییز بوته‌های دختری را تحت‌تأثیر قرار داد. مصرف بیش از حد کود نیتروژن منجر به بهم خوردن تعادل ترکیبات مفید میوه می‌شود و افزایش مقدار نیترات در میوه را به دنبال دارد (۲۵). هم‌چنین، افزایش مصرف نیتروژن بیش از حد باعث اختلال در ترکیبات میوه مانند ویتامین C، آنتوسیانین و سایر متابولیت‌های ثانویه می‌شود و نشان از بروز تنش در بوته است (۲٤). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که مواد جامد محلول با افزایش مصرف نیتروژن کاهش می‌یابد. از طرفی، اوره به سرعت به نیترات تبدیل می‌شود و در گیاه تجمع می‌یابد (۲٦). این شرایط باعث مصرف بیش‌تری از قندهای محلول در فرآیند تنفس گیاه می‌شود و در نتیجه مواد جامد محلول کاهش می‌یابد (۲۷). گزارش‌ها نشان می‌دهد که با افزایش مصرف کود نیتروژن، درصد مواد جامد محلول کاهش می‌یابد و بالاترین درصد مواد جامد محلول در تیمار عدم استفاده از کود نیتروژن به دست می‌آید (۲۸).

صفات فتوسنتزی و فلورسانس بوته‌های دختری: نتایج بررسی صفات فتوسنتزی و فلورسانس بوته‌های دختری نشان داد که تغذیه بهاره گیاهان مادری بر میزان تعرق و فتوسنتز و هم‌چنین تغذیه پاییزه بر همه صفات مورد بررسی معنی‌دار شد (جدول ۳).

جدول ۳- آنالیز واریانس ویژگی‌های فتوسنتزی و فلورسانس گیاهان دختری توت‌فرنگی در شرایط کوددهی نیتروژن بهاره و پاییز.

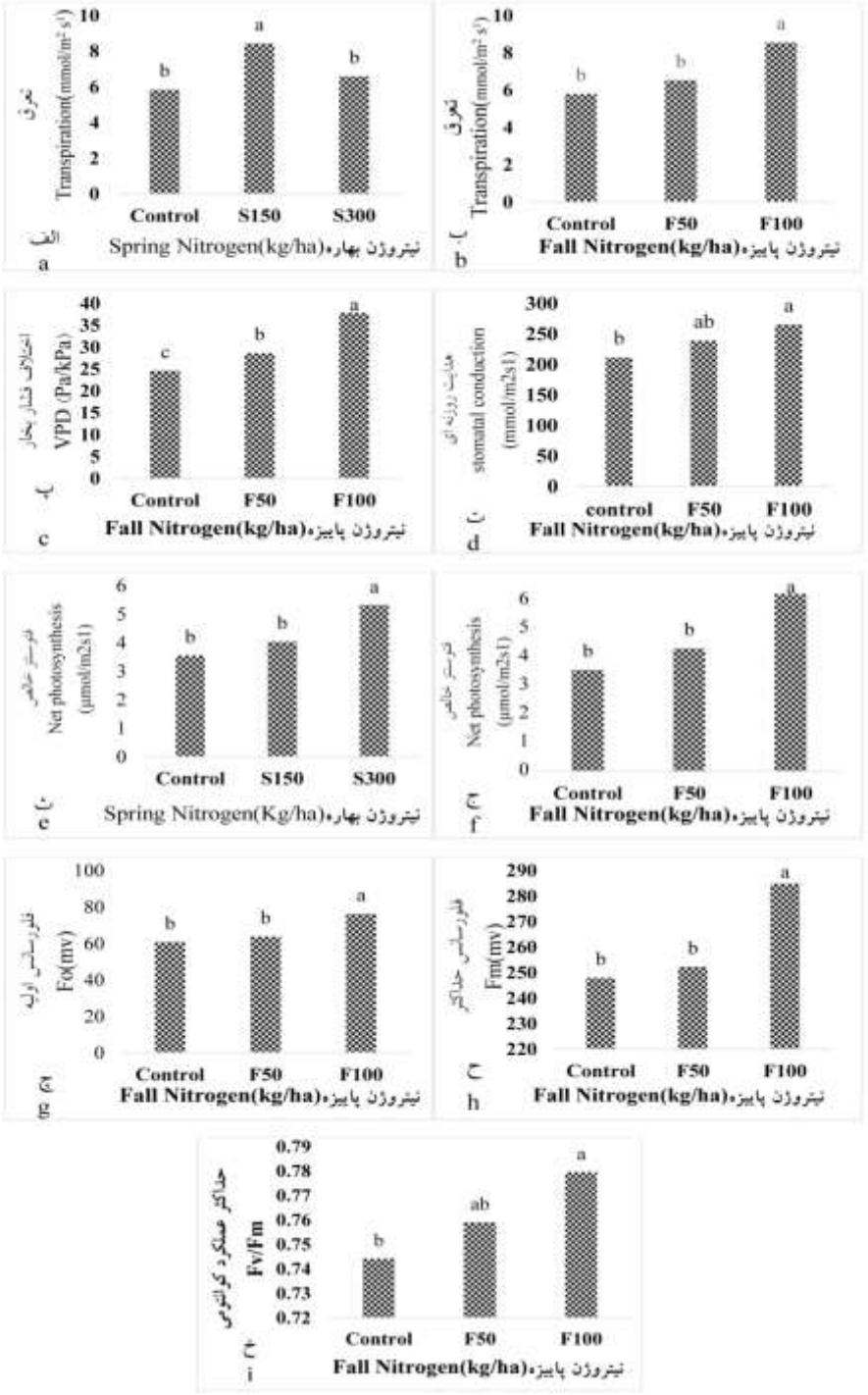
Table 3. Analysis of variance for photosynthetic and fluorescence characteristics of strawberry daughter plantlets under spring and fall nitrogen fertilization conditions.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square						
		تعرق Transpiration	اختلاف فشار بخار Vapor pressure difference	هدایت روزنه‌ای Stomatal conductance	فتوسنتز خالص Net photosynthesis	فلورسانس اولیه Primary fluorescence	فلورسانس حداکثر Maximum fluorescence	عملکرد II کوانتومی فتوسیستم Fv/Fm
تغذیه بهاره Spring N. (S)	2	15.99**	47.80^{ns}	86423^{ns}	7.61**	81.14^{ns}	400.3^{ns}	0.008^{ns}
تغذیه پاییزه Fall N. (F)	2	18.51**	412.6**	6528.9*	14.09**	612.9**	3682.3**	0.02*
اثر متقابل S×F	4	0.80^{ns}	15.10^{ns}	1532.7^{ns}	0.80^{ns}	27.31^{ns}	608.6^{ns}	0.004^{ns}
خطا Error	18	1.90	8.15	1507.1	0.91	28.44	411.8	0.006
ضریب تغییرات C.V		19.84	9.41	16.28	22.20	7.97	7.75	13.28

^{ns}، * و ** به ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار به ترتیب در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ درصد

^{ns}, * and ** indicate insignificance and significance at the statistical level of 5 and 1%, respectively

بررسی میزان تعرق بیانگر آن بود که استفاده از کود نیتروژن در گیاهان مادری اثر معنی‌داری را به دنبال داشت. هنگامی که مادری با نیتروژن بهاره ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار تیمار شدند، بیش‌ترین میزان تعرق در نشاهای تولیدی حاصل گشت، ولی استفاده از نیتروژن ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار موجب کاهش تعرق شد (شکل ۳- الف). هم‌چنین تیمار نیتروژن پاییزه گیاهان مادری موجب افزایش تعرق در بوته‌های دختری شد. به طوری که در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین میزان تعرق مشاهده گردید (شکل ۳- ب). افزایش سطح نیتروژن موجب افزایش اختلاف فشار بخار شده است، به طوری که در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین مقدار مشاهده گردید (شکل ۳- پ). هدایت روزنه‌ای در بوته‌های دختری حاصل از گیاهان تیمار شده با نیتروژن پاییزه، تحت‌تأثیر تیمار قرار گرفت. به طوری که در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بیش‌ترین میزان هدایت روزنه‌ای به میزان ۲۶۵/۲۲ به دست آمد، اگرچه با تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۳- ت). هنگام استفاده از بالاترین غلظت نیتروژن بهاره و پاییزه در گیاهان مادری، فتوسنتز خالص در نشاهای تولیدی، بیش‌ترین مقدار را نشان داد. نرخ فتوسنتز خالص در تیمار نیتروژن بهاره ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار ۵/۳۲ و در تیمار نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پاییزه ۵/۶۸ بود (شکل ۳- ث و ج). میزان فلورسانس اولیه و حداکثر بوته‌های دختری نیز در تیمار نیتروژن پاییزه به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین میزان را نشان داد (شکل ۳- چ و ح). حداکثر عملکرد کوانتومی فتوسیستم ۲ نیز در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به میزان ۰/۷۷ مشاهده شد، که با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد (شکل ۳- خ).



شکل ۳- اثر کود نیتروژنه بهاره و پاییزه بر تعرق (الف و ب) و فتوسنتز خالص (ث و ج) و اثر کود نیتروژنه پاییزه بر اختلاف فشار بخار (پ)، هدایت روزنه‌ای (ت)، بر فلورسانس اولیه (چ) و فلورسانس حداکثر (ح) و حداکثر عملکرد کوانتومی فتوسیستم ۲ (خ).
Control: شاهد، **F50**: ۵۰ کیلوگرم کود پاییزه، **F100**: ۱۰۰ کیلوگرم کود پاییزه، **S150**: ۱۵۰ کیلوگرم کود بهاره، **S300**: ۳۰۰ کیلوگرم کود بهاره.

Fig. 3. The effect of spring and fall nitrogen fertilizer on transpiration (a and b) and net photosynthesis (e and f) and the effect of fall nitrogen fertilizer on vapor pressure difference (c), stomatal conductance (d), and primary fluorescence (g) and maximum fluorescence (h) and maximum quantum efficiency of photosystem 2 (i).
F50: 50 kg fall fertilizer, F100: 100 kg fall fertilizer, S150: 150 kg spring fertilizer, S300: 300 kg spring fertilizer.

استفاده از تیمار نیتروژن، تعرق، اختلاف فشار بخار، هدایت روزنه‌ها و فتوسنتز خالص در بوته‌های دختری بهبود یافته است. نتایج یک بررسی نشان داد که بالاترین سرعت فتوسنتز، هدایت روزنه‌ها، مقاومت روزنه‌ها و تعرق در تیمار کودی حاصل شد (۲۹). در پژوهشی بر روی سه رقم تمشک سیاه بیان گردید که استفاده از تیمارهای کودی، به‌خصوص نیتروژن، به تغییر و افزایش صفات فتوسنتزی نسبت به شاهد منجر می‌شود (۳۰). هم‌چنین، گیاهانی که در شرایط اختلاف فشار بخار پائین (تیمار شاهد) رشد و نمو می‌کنند، روزنه‌های بزرگ‌تری با شکاف روزنه‌های عریض‌تر دارند. هم‌چنین، تعداد روزنه‌ها در گیاهانی مانند رز که در شرایط اختلاف فشار بخار پائین رشد می‌کنند، بیش‌تر از گیاهانی است که در شرایط VPD بالا پرورش یافته‌اند. هنگامی که تنش افزایش می‌یابد، تعداد روزنه‌ها نیز افزایش می‌یابد (۳۱). نتایج نشان می‌دهد که استفاده از تیمار نیتروژن تأثیری بر فلورسانس کلروفیل برگ در بوته‌های دختری دارد. فلورسانس کلروفیل برگ به عنوان شاخص فعالیت کلروفیل عمل می‌کند و ارتباط مستقیمی با رشد ریشه، تبادل گازی برگ، خسارت و میزان پتانسیل آب برگ دارد (۳۲). نیتروژن باعث افزایش شاخص‌های رشدی، ارتفاع و عملکرد ماده خشک و ترکیب اصلی سازنده پروتئین‌ها می‌شود. کاهش این عنصر می‌تواند باعث کاهش فتوسنتز و سنتز کربوهیدرات‌ها یا کاهش انتقال اکسیژن به ریشه شود (۳۳). پژوهش‌های زیادی نشان داده است که کاهش دسترسی به نیتروژن عملکرد کوانتومی انتقال الکترون در فتوسیستم II و کارایی آن را کاهش می‌دهد. هم‌چنین، کمبود نیتروژن در گیاه مواستفاده از تیمار نیتروژن، تعرق، اختلاف فشار بخار، هدایت روزنه‌ها و فتوسنتز خالص در بوته‌های دختری بهبود یافته است. پژوهش‌ها نشان داده است که استفاده از تیمار نیتروژن، به خصوص، منجر به افزایش سرعت فتوسنتز، هدایت روزنه‌ها، مقاومت روزنه‌ها و تعرق شده است (۲۹). هم‌چنین، در یک پژوهش انجام شده بر روی سه رقم تمشک سیاه، استفاده از تیمارهای کودی، به خصوص نیتروژن، باعث تغییر و افزایش ویژگی‌های فتوسنتزی نسبت به گروه کنترل شده شد (۳۰).

نتایج نشان می‌دهد که استفاده از تیمار نیتروژن در بوته‌های دختری، فلورسانس کلروفیل را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. فلورسانس کلروفیل برگ، به عنوان شاخص فعالیت کلروفیل، ارتباط مستقیمی با رشد ریشه، تبادل گازی برگ، خسارت و میزان پتانسیل آب برگ دارد (۳۲). نیتروژن عاملی است که باعث افزایش شاخص‌های رشدی، ارتفاع و عملکرد ماده خشک شده و ترکیب اصلی سازنده پروتئین‌ها می‌شود. کاهش این عنصر می‌تواند باعث کاهش فتوسنتز و سنتز کربوهیدرات‌ها یا کاهش انتقال اکسیژن به ریشه شود (۳۳). پژوهش‌های زیادی نشان می‌دهد که کاهش دسترسی به نیتروژن عملکرد کوانتومی انتقال الکترون در فتوسیستم II و کارایی آن را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، کمبود نافزایش یافته است، به‌علاوه استفاده از تیمار نیتروژن در بوته‌های دختری تغییراتی در فلورسانس کلروفیل برگ ایجاد می‌کند. هم‌چنین، نیتروژن موجب افزایش شاخص‌های رشدی و عملکرد ماده خشک می‌شود، اما کاهش آن می‌تواند فتوسنتز و کربوهیدرات‌ها را کاهش دهد. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که کاهش دسترسی به نیتروژن باعث کاهش عملکرد کوانتومی و تخریب فتوسیستم II در گیاهان می‌شود. هم‌چنین، استفاده از نیتروژن می‌تواند عملکرد کوانتومی را بهبود بخشد، به ویژه در شرایط عادی بیش‌تر از شرایط تنش است، که این امر می‌تواند به کاهش ظرفیت انتقال الکترون‌ها در طی تنش نسبت داده شود (۳۴، ۳۵).

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج نشان داد که تغذیه نیتروژنه تأثیر بسیار زیادی در تولید بوته‌های دختری و تولید نشای قوی توت‌فرنگی دارد. براساس نتایج به دست آمده دست‌کم مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در بهار و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در پاییز برای تولید نشاهای توت‌فرنگی سالم و با تعداد بالا مناسب قابل توصیه است. در نهایت می‌توان این‌گونه بیان کرد که با توجه به این‌که نگهداری توت‌فرنگی به طور دوساله در مزرعه به دلیل مشکلات آب و هوایی مقدور نمی‌باشد، امروزه مهم‌ترین نیاز توت‌فرنگی کاران، تولید نشا مناسب می‌باشد. با توجه به نتایج حاصل استفاده از کود اوره در پاییز تأثیر به‌سزایی بر کیفیت نشا و عملکرد محصول توت‌فرنگی دارد.

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 می آید.

منابع

1.Wang, H., Zhang, H., Yang, Y., Li, M., Zhang, Y., Liu, J., Dong, J., Li, J., Butelli, E., Xue, Zh., Wang, A., Wang, G., Martin, C., & Jin, W. (2020). The control of red colour by a family of MYB transcription factors in octoploid strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) fruits. *Plant Biotechnology Journal*, 18 (5), 1169-1184.

2.Rostami, M., Shokouhian, A.A., Mohebodini, M., & Goli Kalanpa, E. (2016). Effecte of humic acid application methods and rates of nitrogen on vegetative, reproductive and post-harvest characteristics of strawberry fruit (*Fragaria ananassa* Duch.) cv. Paros. M.Sc. Thesis. University of Mohaghegh Ardabili, Iran, 115p. [In Persian]

3.Tehranifar, A., & Vahdati, N. (2012). Hydroponic Strawberry Production: A Technical Guide to the Hydroponic Production of Strawberries, Jihad-e-Daneshgahi of Mashhad University Publications. Mashhad, Iran. 215p. [In Persian]

4.Rantanen, M., Pohjola, M., & Karhu, S. (2021). Development of strawberry flower initials: timing and response to nitrogen application and temperature conditions at northern latitudes. In *IX International Strawberry Symposium 1309* (pp. 439-446).

5.Sharma, R. M., Yamdagni, R., Dubey, A. K., & Pandey, V. (Eds.). (2019). *Strawberries: production, postharvest management and protection*. CRC Press.

6.Mohamed, M. H., Petropoulos, S. A., & Ali, M. M. E. (2021). The application of nitrogen fertilization and foliar spraying with calcium and boron affects growth aspects, chemical composition, productivity and fruit quality of strawberry plants. *Horticulturae*, 7 (8), 257.

7.Akbari Nodehi, D. (2014). The effect of different levels of drought stress and nitrogen fertilizer on some characteristics of strawberry plants (*Fragaria ananassa* Duch. cv. *selva*). *Journal of Water and Irrigation Management,* 4 (1), 59-72.

8.Agehara, S. (2021). Characterizing early-season nitrogen fertilization rate effects on growth, yield, and quality of strawberry. *Agronomy*, 11 (5), 905.

9.Sønsteby, A., Opstad, N., Myrheim, U., & Heide, O. M. (2009). Interaction of short day and timing of nitrogen fertilization on growth and flowering of 'Korona' strawberry (Fragaria× ananassa Duch.). *Scientia Horticulture*, 123 (2), 204-209.

10.Ghaderi, N., & Talaii, A. R. (2009). Influence of Manure and Urea on Yield and Some other Fruit Characteristics in Strawberry cv. Kurdistan. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 29 (1), 99-107. [In Persian]

11. Mohammadi, A. A., Hadadinejad, M., & Ghasemi, K. (2023). Effect of spring and fall nitrogen fertilization on quantitative and qualitative traits of strawberry cv. Camarosa. *Pomology Research Science Journal,* 7 (2), 57-68. [In Persian]
12. Rana, G. S., & Singh, K. (1992). Storage life of sweet orange fruits as influenced by Fungicides, oil emulsion and packages practices. *Crop Research*, 5 (2), 150-155.
13. Wrolstad, R. E. (1976). Color and pigment analysis in fruit products. Oregon Agriculture Experiment Station Corvallis, Oregon. *Bulletin*, 624.
14. Ebrahimzadeh, M. A., Nabavi, S. F., Nabavi, S. M., & Eslami, B. (2010). Antihemolytic and antioxidant activities of Allium paradoxum. *Central European Journal of Biology*, 5, 338-345.
15. Baker, N. R., & Rosenqvist, E. (2004). Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. *Journal of Experimental Botany*, 55 (403), 1607-1621.
16. Kirschbaum, D. S., Larson, K. D., Weinbaum, S. A., & 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.
17. Bilenski, M., Santos, J., & Craig, K. (2009). Influence of nitrogen fertilization rates on the performance of strawberry cultivars Chandler. *Journal of Fruit Science*, 9 (2), 126-135.
18. Bidaki, S., Chalavi, V., & Pirdashti, H. (2014). Using vermicompost and fall fertilization for improving quality characteristics of strawberry cv. Camarosa (*Fragaria* × *ananassa* Duch. cv. Camarosa) in soilless culture. *Iranian Journal of Horticultural Science,* 45 (3), 235-244. [In Persian]
19. Ghaderi, N., Kosheshsaba, M., & Shokri, B. (2016). Interaction of white mulch and nitrogen fertilization timing in the late season on flowering and yield components of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) in the following spring. *Iranian Journal of Horticultural Science,* 47 (2), 351-360.
20. Lieten, F. (2002). The effect of nutrition prior to and during flower differentiation on phyllody and plant performance of short day strawberry elsanta. *Acta Horticulture*, 567, 345-348.
21. Aali, J., & Salehi, R. (2013). Investigating the effect of nitrogen fertilizer and its foliar application and foliar nutrition on vegetative growth indicators and yield of cucumber in fall cultivation of Superdamnius variety. *First National Conference on Sustainable Agricultural Development and Healthy Environment*. Iran, Hamedan. [In Persian]
22. Ganjehi, B., & Golchin, A. (2012). The effect of different levels of N, K and Mg on yield and growth indices of strawberry in hydroponic culture. *Journal of Soil and Plant Interactions*, 2 (4), 71-81. [In Persian]
23. Mashayekhi, P., & Tatari, M. (2016). Effect of different concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium on some quantitative and qualitative characteristics of strawberry in hydroponic culture. *Soil Science Journal*, 30 (4), 391-402. [In Persian]
24. Opstad, N., & Sonsteby, A. (2008). Flowering and fruit development in strawberry in a field experiment with two fertilizer strategies. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science,* 58 (4), 297-304.
25. Pešaković, M., Milenković, S., Đukić, D., Mandić, L., Karaklajić-Stajić, Ž., Tomić, J., & Miletić, N. (2016). Phenolic composition and antioxidant capacity of integrated and conventionally grown strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). *Horticultural Science*, 43 (1), 17-24.
26. Pirlak, L., & Köse, M. (2010). Runner plant yield and quality of strawberry (*Fragaria*× *ananassa* Duch.) inoculated with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). *Philippine Agricultural Scientist*, 3 (1), 42-46.

27.Tucker, D. E., Allen, D. J., & Ort, D. R. (2004). Control of nitrate reductase by circadian and diurnal rhythms in tomato. *Planta*, 219, 277-285.
28.Hakimi, L., Jamnejad, M., & Misbah al huda, N. (2011). Investigating the effect of using fertilizer with nitrogen fertilizer on quality and marketable traits of cantaloupe, Islamic Azad University, Saveh branch. [In Persian]
29.Afshari, H., Pourali, M., Sajedi, S., & Hokmabadi, H. (2015). Investigating the effect of different types of humic acid on quantitative and qualitative characteristics of Abbas Ali pistachio variety. *Plant Ecophysiology Research*, 10 (37), 72-83. [In Persian]
30.Mohammadi, A. A., Hadadinejad, M., Sadeghi, H., & Ghasemi, K. (2018). Investigation of different ratios of nitrogen, phosphorus and potassium on biochemical and morphological traits of different blackberry varieties in greenhouse. M.Sc. Thesis. Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran, 106p. [In Persian]
31.Aliniaeifard, S., & Seifi Kalhor, M. (2017). Effects of blue light on photosynthesis of Tradescantia virginiana plants grown in different VPDs. *Journal of Plant Research*, 30 (2), 420-428. [In Persian]
32.Mauromicale, G., Ierna, A., & Marchese, M. (2006). Chlorophyll fluorescence and chlorophyll content in field-grown potato as affected by nitrogen supply, genotype, and plant age. *Photosynthetica*, 44, 76-82.
33.Snayei, S., Ebadie, A., Parmoon, Gh., & Gholizadeh, L. (2014). Effect of mineral nitrogen on fluorescence changes of photosynthetic pigments of alfalfa under drought tension conditions. *Crop Physiology*, 23 (6), 5-23. [In Persian]
34.Lu, C., & Zhang, J. (2000). Photosynthetic CO_2 assimilation, chlorophyll fluorescence and photoinhibition as affected by nitrogen deficiency in maize plants. *Plant Science*, 151 (2), 135-143.
35.Memon, S. A., Baloch, A. R., Baloch, M. A., & Keerio, M. I. (2013). Pre-soaking treatment and foliar application of KNO_3 on growth and flower production of gladiolus (*Gladiolus hortulanus*). *Journal of Agricultural Technology*, 9 (5), 1347-1366.