نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۴ شماره ۳ / پاییز ۱۴۰۳/ صفحات ۶۸-۵۵

The Effect of Nutrition Management and Planting Pattern on the Quantitative and Qualitative Characteristics of Two Varieties of Virginia Tobacco (*Nicotiana Tabacum* L.)

Masoomeh Rahmatzadeh[1], Hemmatollah Pirdashti[2*], Mohammad Ali Esmaeili [3], Rahmat Abbasi[3], Yaser Yagoubian[4]

Received: 16 April 2023 Accepted: 26 August 2023
1- Ph.D. Student of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding. Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
2-Prof., Dept., of Agronomy, Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
3-Associ. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding. Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
4- Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding. Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
*Corresponding Author Email: pirdasht@yahoo.com; h.pirdashti@sanru.ac.ir

Abstract

Background & Objectives: The yield and quality of tobacco depend on three important factors: the genetic potential of the variety, the environmental conditions of growth, and the agricultural practice used to grow the product. The experiments showed that each of the factors mentioned has a role in production efficiency, and it is difficult to determine which factor has more impact. This experiment aimed to investigate the effect of nutrition management and planting arrangement on the quantitative and qualitative characteristics of two cultivars of Virginia tobacco (*Nicotiana Tabacum* L.).

Materials and Methods: The split factorial experiment was conducted based on a randomized complete block design with eight treatments and three replications in 2018-2019. The main plot includes the use of nitrogen fertilizer (from the source of urea, based on the soil test), and potassium (from the source of potassium sulfate, based on the soil test), planting cultivation in two levels (single row and double row) and two varieties of tobacco Virginia (TC100 and NC100) in subplot were considered.

Results: The TC100 cultivar exhibited greater leaf area, plant height, and green yield compared to the NC100 cultivar. The combination of foliar fertilizer and double-row cultivation resulted in higher plant height and SPAD index. Notably, NC100 displayed increased leaf nitrogen in single-row cultivation and higher nicotine percentages in both planting arrangements. In contrast, TC100 had significantly greater leaf potassium and sugar content in the double-row cultivation method. The price of tobacco was influenced solely by the cultivar, with TC100 commanding a higher price per kilogram than NC100. Additionally, TC100 generated greater income than NC100 across all planting and fertilization treatments.

Conclusion: Results showed that the TC100 cultivar in two-row cultivation had higher green yield, income, and quality characteristics than the NC100 cultivar. Among studied treatments, fertilization did not significantly affect the quality properties of tobacco leaves.

Keywords: Foliar Fertilizer, Nicotine, Planting Density, Potassium, Top Dressing Fertilizer, Two-Row Cultivation

CC BY NC

DOI: 10.22034/saps.2023.56207.3024

اثر مدیریت تغذیه و آرایش کاشت بر ویژگی‌های کمّی و شاخص‌های کیفی دو رقم توتون (*Nicotiana tabacum* L.) ویرجینیا

معصومه رحمت‌زاده[۱]، همت‌اله پیردشتی[۲*]، محمدعلی اسماعیلی[۳]، رحمت عباسی[۳]، یاسر یعقوبیان[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۴

۱-دانشجوی دکتری زراعت (فیزیولوژی گیاهان زراعی)، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری
۲-استاد گروه زراعت، پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری
۳-دانشیار، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری
۴-استادیار، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری
*مسئول مکاتبه: Email: h.pirdashti@sanru.ac.ir; pirdasht@yahoo.com

چکیده

مقدمه و اهداف: عملکرد و کیفیت توتون به سه عامل مهم پتانسیل ژنتیکی رقم، شرایط محیطی رشد و عملیات زراعی به‌کار گرفته شده برای رشد محصول بستگی دارد. آزمایش‌هایی که تاکنون صورت گرفته نشان می‌دهد که هر یک از عوامل ذکر شده در راندمان تولید نقش دارند و تشخیص این‌که کدام عامل تاثیر بیشتری دارند دشوار است. هدف از این آزمایش بررسی اثر مدیریت تغذیه و آرایش کاشت بر ویژگی‌های کمّی و کیفی دو رقم توتون ویرجینیا (*Nicotiana tabacum* L.) بود.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار در سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸ انجام شد. کرت اصلی شامل نحوه مصرف کود سرک در دو سطح نیتروژن (کود شیمیایی اوره، مصرف طبق آزمون خاک)، پتاسیم (کود شیمیایی سولفات پتاسیم، مصرف طبق آزمون خاک)، آرایش کاشت در دو سطح (تک‌ردیفه و دوردیفه) و دو رقم توتون ویرجینیا (TC100 و NC100) به‌صورت فاکتوریل به‌عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد رقم TC100 سطح برگ، ارتفاع و عملکرد سبز بیشتری نسبت به رقم NC100 داشت. همچنین تیمار کود برگی در کاشت دوردیفه از ارتفاع بوته و شاخص کلروفیل (SPAD) بالاتری برخوردار بود. در کاشت تک‌ردیفه، رقم NC100 نیتروژن برگ بیشتری در هر دو آرایش کاشت تک‌ردیفه و دوردیفه همچنین درصد نیکوتین برگ بالاتری نسبت به رقم TC100 داشت. اما پتاسیم برگ و محتوی قند رقم TC100 در کاشت دوردیفه به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. علاوه بر این، یک کیلوگرم برگ رقم TC100 از قیمت بالاتری نسبت به رقم NC100 برخوردار بوده و در هر دو تیمار آرایش کاشت و کوددهی درآمد بالاتری نسبت به رقم NC100 داشت.

نتیجه‌گیری: در مجموع نتایج نشان داد که رقم TC100 در کاشت دوردیفه عملکرد سبز، درآمد و ویژگی‌های کیفی بالاتری نسبت به رقم NC100 داشت. در بین تیمارهای مورد بررسی، کوددهی برگی اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های کیفی برگ توتون ویرجینیا نداشت ولی بر صفات کمیّ و عملکرد برگ تأثیرگذار بود.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم، کوددهی برگی، کود سرک، کاشت دوردیفه، تراکم کاشت و نیکوتین

مقدمه

توتون در بیش از ۱۲۴ کشور جهان رشد می‌کند (اریکسون و همکاران ۲۰۱۵). در سراسر دنیا ۳/۹ میلیون هکتار اراضی زیر کشت توتون می‌باشد، که از این میزان ۶۰ درصد آن توتون گرم‌خانه‌ای، ۱۳ درصد بارلی و ۱۲ درصد آن‌را توتون شرقی تشکیل می‌دهد (زلکا و همکاران ۲۰۱۹). بر اساس آخرین آمار شرکت دخانیات ایران سطح زیرکشت توتون در کشور ۳۰۰۰ هکتار می‌باشد که از این سطح ۵۰ درصد آن توتون گرم‌خانه‌ای، ۲۴ درصد توتون بارلی و ۲۶ درصد آن‌را توتون تیپ شرقی تشکیل می‌دهد. متوسط عملکرد توتون در ایران ۳/۵ تن برگ عمل‌آوری‌شده در هکتار می‌باشد. استان مازندران با دارا بودن ۴۰۰ هکتار سطح زیر کشت توتون و متوسط عملکرد ۳/۵ تا ۴ تن برگ عمل‌آوری شده دومین مقام را بعد از استان گلستان از نظر سطح زیر کشت در کشور دارد. بیش از ۷۰ درصد سطح زیر کشت توتون در مازندران به تیپ گرم‌خانه‌ای اختصاص دارد (آمارنامه کشاورزی شرکت دخانیات ایران ۲۰۲۰). عملکرد و کیفیت توتون به سه عامل مهم، پتانسیل ژنتیکی رقم، شرایط محیطی رشد و عملیات زراعی به‌کار گرفته شده برای رشد محصول بستگی دارد. آزمایش‌هایی که تاکنون انجام گرفته نشان می‌دهد که هر یک از عوامل ذکر شده در راندمان تولید نقش دارند و تشخیص این‌که کدام عامل تاثیر بیشتری دارند دشوار است (تاباکسی ۲۰۲۱). مهم‌ترین تصمیم زراعی موثر که بر میزان نیکوتین برگ‌های توتون تاثیرگذار است انتخاب نوع رقم است. ژنتیک گیاهی و روش‌های مختلف زراعی تاثیر عمده‌ای بر تجمع و بر غلظت نیکوتین دارد (جاش‌بی و همکاران ۲۰۱۹). در همین‌راستا، یانگ و همکاران (۲۰۱۹) در آزمایشی نشان دادند تعداد برگ توتون و سایر ویژگی‌های برگ به نوع رقم بستگی دارد. کاهش عملکرد توتون به‌عوامل مختلفی بستگی دارد، یکی از آن‌ها فاصله بین بوته‌ها است که منجر به رقابت درون و بین بوته‌ها می‌شود. در همین راستا در صورت رعایت دقیق فاصله کاشت بین بوته‌ها، این گیاه پتانسیل افزایش عملکرد و کیفیت محصول را دارد، زیرا نشان داده شده است که فاصله ردیف سهم بیشتر و بالاتری را در رقابت ایفا می‌کند (ملامبو ۲۰۱۵). در تحقیقی بوکان و همکاران گزارش کردند، با افزایش فاصله بین بوته‌ها از ۴۵ به ۵۵ سانتی‌متر و با فاصله بین ردیف ۱۰۰ سانتی متر (تراکم ۱۸۰۰۰ بوته در هکتار)، عملکرد ۳۹۶/۱۲ کیلوگرم و قیمت محصول تقریباً ۸۶۱/۱۰ دلار افزایش یافت، گرچه قیمت توتون از لحاظ آماری معتی‌دار نشد ولیکن عملکرد و کیفیت محصول افزایش چشمگیری نشان داد (بوکان و همکاران ۲۰۱۰). افزایش فاصله بین بوته در روی ردیف موجب بزرگ شدن، افزایش سطح، افزایش محتوی نیکوتین، محتوی قند در برگ توتون می‌شود. همچنین ملامبو (۲۰۱۵) در تحقیقی گزارش کردند افزایش فاصله بین بوته موجب کاهش رقابت بین آن‌ها برای دسترسی به منابع، افزایش وزن‌تر گیاه، برگ‌هایی استاندارد با درجه ارزش خرید بالا و در نتیجه بهبود کیفیت برگ خشک خواهد شد. به‌طور کلی فاصله نزدیک‌تر گیاهان کاهش اندازه، سطح، ضخامت و وزن برگ گیاهان را در پی خواهد داشت (تیسئو ۱۹۹۰).

از سوی دیگر کیفیت و ترکیب شیمیایی برگ توتون گرم‌خانه‌ای به‌اندازه عملکرد کمی آن مهم است. در برگ‌های توتون با کیفیت بالا محتوای قند احیا کننده ۱۶ – ۲۰ درصد، قند کل ۱۸– ۲۲ درصد، محتوی نیکوتین ۲ – ۳ درصد، نسبت قند به ساکارید بیش‌تر و مساوی ۰/۹، نسبت قند به آلکالوئید بین ۸–۱۰ و نسبت پتاسیم به کلر بیش‌تر و مساوی ۰/۹ گزارش شده‌است (کورت ۲۰۱۹). جاش‌بی و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقی عنوان داشتند نبود یا نسبت‌های نامتعادل عناصر غذایی باعث ایجاد تغییرات غیرعادی در رشد و متابولیسم فیزیولوژیک توتون می‌شود. مناسب‌ترین مقدار کود نیتروژنه برای توتون گرم‌خانه‌ای معمولاً بین ۴۰ تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار و میزان پتاسیم ۷۵ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار متناسب با انواع خاک و تنش‌هایی است که یک محصول متحمل می‌شود (دینش‌کومار و همکاران ۲۰۱۳). استفاده بیش از حد و نامناسب از نیتروژن ممکن است بر عملکرد و کیفیت توتون گرم‌خانه‌ای تاثیر

بگذارد (دورسان ۲۰۲۱). زلکا و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی بیان داشتند، اثر متقابل بین میزان نیتروژن و تراکم بوته بر محتوی قند برگ تاثیر معنی‌داری داشت. پتاسیم یک عنصر غذایی ضروری برای رشد توتون می‌باشد و به‌عنوان یک شاخص مهم کیفیت توسط صنعت دخانیات شناخته شده است. برگ‌های توتون با محتوی پتاسیم بالا، خاصیت الاستیسیته زیاد، برگ‌هایی محکم دارند. غلظت بالای این عنصر در توتون باعث ایجاد عطر، طعم، خوش‌سوزی و بالا رفتن ارزش درجه خرید برگ می‌شود (تنگ و همکاران ۲۰۱۹). قندها مواد اصلی تشکیل دهنده برگ توتون هستند. ترکیب قند رابطه مستقیمی با طعم و بوی توتون دارد (کینای و همکاران ۲۰۲۱). از آن‌جا که طی تحقیقات صورت گرفته عملکرد و کیفیت برگ‌های توتون تحت تأثیر سه عامل رقم، محیط رشد و عملیات زراعی آن قرار می‌گیرد (وانگ ۲۰۲۱). بنابراین هدف از این آزمایش بررسی اثر مدیریت تغذیه و آرایش کاشت بر ویژگی‌های کمّی و کیفی دو رقم توتون ویرجینیا به‌منظور افزایش عملکرد کمی، کیفی و افزایش درآمد توتون کاران درنظر گرفته‌شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ در مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش واقع در شرق مازندران به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل برپایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار و در سه تکرار انجام شد. کرت اصلی شامل نحوه مصرف کود سرک نیتروژن و پتاسیم در دو سطح (به‌صورت خاکی و برگی)، آرایش کاشت در دو سطح (کاشت دوردیفه با فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متری و کاشت تک‌ردیفه با فاصله ردیف ۱۰۰ سانتی‌متر به‌ترتیب با تراکم ۲۴۰۰۰ و ۲۰۰۰۰ بوته در هکتار) و دو رقم توتون ویرجینیا (TC100 اولین هیبرید نرعقیم داخلی ثبت‌شده در ایران) و (NC100 هیبرید نرعقیم خارجی) با مشخصات ظاهری شبیه به‌هم به‌صورت فاکتوریل به‌عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شدند. در اواخر بهمن ماه سال ۱۳۹۸ بذرپاشی درون خزانه انجام و پس از سبزشدن نشاها هنگامی‌که ارتفاع آن به ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر رسید، در اردیبهشت ماه سال بعد (۱۳۹۹) در زمین اصلی کاشته شدند. پس از مشخص نمودن مزرعه، آزمایش نمونه خاک از عمق ۰ تا ۳۰ سانتیمتر جهت تعیین مشخصات فیزیکی-شیمیائی خاک صورت گرفت (جدول ۱).

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

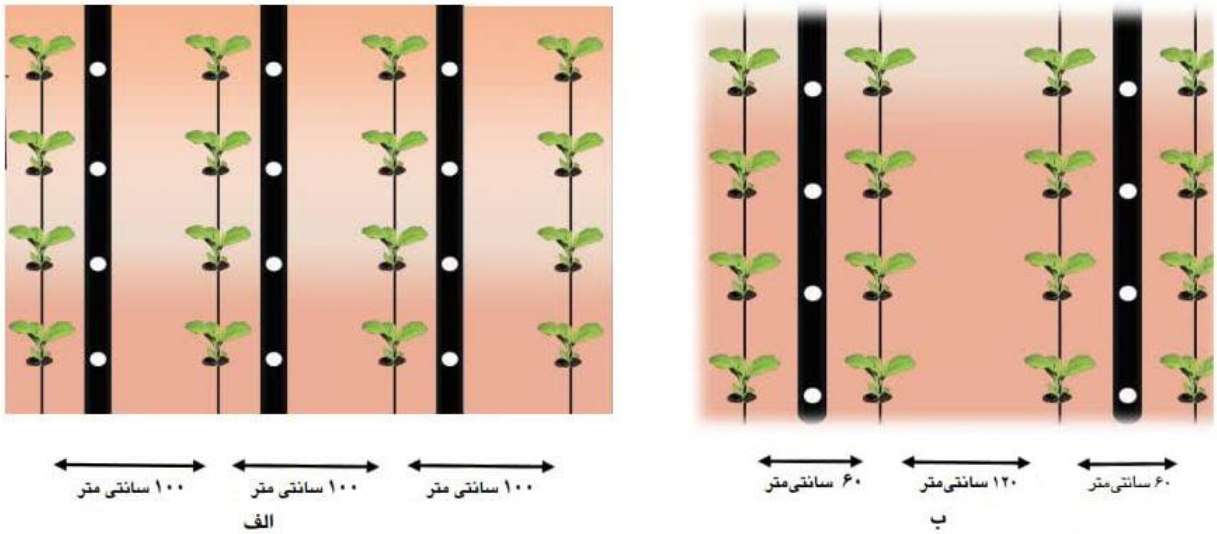
عمق خاک	هدایت الکتریکی	اسیدیته گل اشباع	نقطه پژمردگی	ظرفیت مزرعه‌ای	نیتروژن کل	کربن آلی	مواد خنثی شونده	پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب
cm	$dS.m^{-1}$		٪					$mg.kg^{-1}$	
۰-۳۰	۰/۵	۷/۶	۲۱	۲۵/۵	۰/۰۶۸	۰/۵۷	۱۱/۵	۲۲۰	۲۰

جدول ۲- توصیه مقادیر کودهای شیمیایی کشت یک هکتار توتون ویرجینیا بر مبنای درجات حاصلخیزی خاک (براساس آزمون خاک)

کربن آلی	اوره	پتاسیم قابل جذب	سولفات پتاسیم	فسفر قابل جذب	سوپر فسفات تریپل
(%)	($Kg.ha^{-1}$)	($mg.kg^{-1}$)	($Kg.ha^{-1}$)	($mg.kg^{-1}$)	($Kg.ha^{-1}$)
۰/۵۷	۱۰۰	۲۲۰	۳۰۰	۲۰	۵۰

سپس بادستگاه روتیواتور زمین شخم زده شد. از مقدار کود توصیه‌شده در آزمون خاک (جدول ۲)، نیمی از نیتروژن (کود اوره)، نیمی از پتاسیم (کود سولفات پتاسیم) و تمامی فسفر (کود سوپرفسفات تریپل) به عنوان کود پایه به زمین داده شد. نیمی دیگر از کود نیتروژن و پتاسیم توصیه‌شده در آزمون خاک ۳۵ روز بعد از کاشت هنگام رشد سریع توتون در سه مرحله به فاصله هر ۱۵ روز به‌صورت کوددهی خاکی و در تیمارهای کوددهی برگی، با نسبت سه در هزار محلول‌پاشی گردید. حد بحرانی توتون برای عناصر اصلی N, P, K در خاک به‌ترتیب ۰/۲ درصد، ۱۴ و ۲۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می باشد (قلی‌زاده و همکاران ۱۳۹۲). آبیاری پیش از کاشت و بعد از کاشت برای تمامی تیمارها انجام شد. وجین علف‌های هرز هنگام خاک‌دهی پای بوته‌ها با دست انجام گرفت. برای اندازگیری صفات طول برگ، عرض برگ و قطر ساقه، یک ماه پس از عمل سرزنی و رسیدگی فیزیولوژیک از هر کرت پنج بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و طول و عرض دو برگ از کمربرگ بوته (کمربرگ بزرگ‌ترین و پهن‌ترین برگ‌های هر بوته) با متر اندازگیری شد. ارتفاع بوته و تعداد برگ در پایان فصل رشد گیاه توتون اندازه‌گیری و شمارش شد. برای اندازگیری کلروفیل و سطح برگ یک ماه پس از عمل سرزنی، در زمان رشد سریع و رسیدگی فیزیولوژیک برگ، تعداد دو بوته به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب، نخست کلروفیل آن با دستگاه کلروفیل‌متر (SPAD- 502, MinoHa, Japan) اندازه گرفته شد. سپس طول و عرض برگ با اندازگیری و با استفاده از رابطه ۱ سطح برگ محاسبه شد (صلواتی ۲۰۰۰).

رابطه (۱) $سطح\ برگ = طول\ برگ \times عرض\ برگ \times 0.57$



شکل ۱- الف : کشت تک ردیفه (مرسوم) ب: کشت دوردیفه

جهت تعیین عملکرد تر و خشک توتون در ساعات اولیه صبح برگ‌های رسیده در هر چین برداشت و سپس با ترازوی دیجیتال با دقت یک هزارم وزن و سپس به گرم‌خانه منتقل شدند. عملکرد وزن سبز برای هر چین به‌طور جداگانه محاسبه و در پایان جمع شد. مدت زمان عمل‌آوری توتون در گرم‌خانه بسته به جایگاه برگ روی بوته (پابرگ، کمربرگ و لچه برگ) و زمان برداشت برگ (هوای خشک یا مرطوب) از پنج تا هفت روز متغیر است. پس از عمل‌آوری و خارج کردن برگ‌ها از گرم‌خانه بر حسب کیفیت ظاهری توسط کارگران زبده به ۳۲ درجه مختلف جدا شده و توتون‌های هر درجه به‌منظور تعیین عملکرد توزین

شدند. متوسط قیمت یک کیلوگرم برگ توتون با استفاده از مجموع قیمت درجات یک تیمار و تبدیل آن بر حسب کیلوگرم، بر اساس جدول نرخ خرید تضمینی که از طرف شرکت دخانیات ایران برای سال ۱۳۹۹ ارزش گذاری گردید، به‌دست آمد. درآمد ریالی که گویای درآمد حاصل از فروش محصول (برگ‌های استحصالی) توتون می‌باشد از حاصل ضرب عملکرد در هکتار در قیمت یک کیلوگرم توتون مشخص گردید (زمانی ۲۰۱۰). از برگ‌های عمل‌آوری شده ناحیه کمر برگ چین سوم که دارای بزرگ‌ترین و بهترین برگ‌ها از لحاظ رشدی بودند، درصد قند کل با روش کرستا (no. 38 ISO/DIS 15154 ۱۹۹۴a) و درصد نیکوتین با روش کرستا (no. 35 ISO/DIS 15152 ۱۹۹۴b) توسط دستگاه اتوآنالیزر مدل ایکس ال ۱۰۰، نیتروژن (روش کجلدال)، فسفر و پتاسیم (روش تصویری کیت نلسون) تعیین شدند. پس از وارد کردن داده‌ها و آزمون فرضیات تجزیه واریانس و اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها و آنالیز آماری با نرم افزار SAS (SAS Institute, 2004) نسخه ۹/۱ انجام شد. میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح آماری پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد صفت سطح برگ تحت تاثیر اثر ساده‌ی روش کوددهی و برهم‌کنش رقم × آرایش کاشت قرار گرفت (جدول ۳).

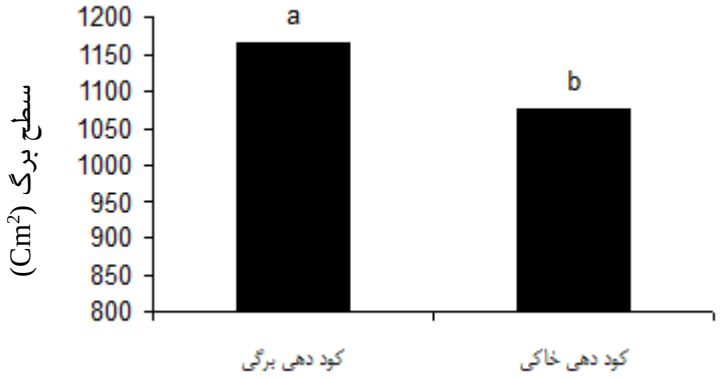
جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه توتون ویرجینیا

منابع تغییر	درجه آزادی	سطح برگ	عملکرد سبز	کلروفیل برگ	ارتفاع بوته
بلوک	۲	۰/۲۰	۴۵۰۳۷	۲/۷۲	۵۰/۳۷
روش کوددهی (A)	۱	۱۱۲/۹ **	۷۴۷۳۱۸۲۴**	۵/۷۵**	۳۹۲/۰۴**
خطای a	۲	۰/۱	۱۰۴۴۸۸	۰/۳۴	۲۰/۰۴
رقم (B)	۱	۱۵۴۷/۹۰**	۳۲۴۸۷۰۴۱۶**	۵/۵۹*	۴۲۴۰/۰۴**
خطای b	۲	۰/۹۹	۵۲۲۷۹	۰/۲۸	۱۵/۲۹
A×B	۱	۳/۲ns	۲۴۱۴۰۲۰۴**	۲۷۳/۵۷**	۰/۰۴ns
آرایش کاشت (C)	۱	۳۷۹/۲۸**	۱۲۹۷۵۶۹۲۰۴**	۳۷۱۷/۸۱**	۷۳۷/۰۴**
A×C	۱	۰/۸۶ns	۳۳۵۲۵۳۷۵۰**	۱۲۳/۹۸**	۷۷/۰۴*
B×C	۱	۲۸/۰۳**	۲۱۱۴۶۴۰**	۷۴۳/۸۱**	۱۸/۳۷ns
A×B×C	۱	۴/۲۳ns	۱۲۱۹۷۷۴۶۸**	۶۷/۲۳**	۳۵/۰۴ns
خطای آزمایشی	۱۲	۱/۲۰	۱۴۲۰۰۲	۰/۵۶	۱۲/۴۲
ضریب تغیرات (٪)		۳/۴	۱/۱	۱/۳	۳/۲
برش‌دهی اثر متقابل: مجموع مربعات اثر برهم‌کنش آرایش کاشت و رقم در دو روش کوددهی					
کوددهی خاکی	۳	۳۰۶/۲۱**	۱۵۵۳۰۱۰۹۸ *	۵۰۸/۱۰ **	۷۷۵/۸۶ *
کوددهی برگی	۳	۳۴۸/۳۲ **	۵۴۶۶۷۴۱۳۰ *	۱۱۳۵/۹۰ **	۹۲۶/۶۶ *

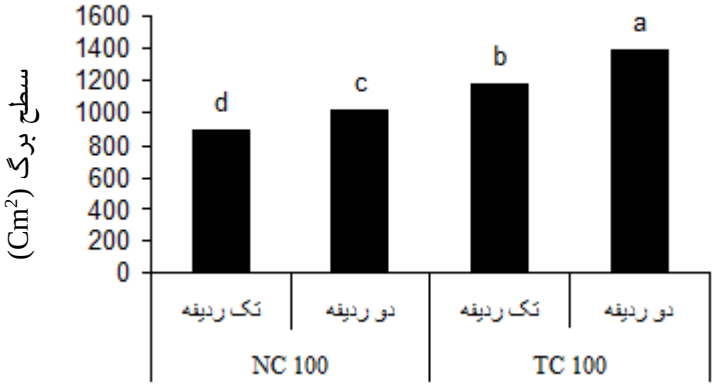
*، ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح پنج و یک درصد و غیر معنی دار می باشد.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که میزان سطح برگ در تیمارهای کوددهی برگی بیشتر از کوددهی خاکی بود (شکل ۲). همچنین تاباکسی و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی نشان دادند کاربرد کود برگی نیتروژن، عملکرد و اندازه برگ توتون را افزایش داد. هازم و همکاران (۲۰۱۲) نیز در تحقیقی گزارش کردند که کاربرد کودهای برگی اثر مثبت و قابل‌توجهی بر کیفیت ظاهری برگ‌های توتون داشت. به‌نظر می‌رسد پذیرفته

شده‌ترین دلیل در این رابطه مطابق با پژوهش کالیسکان و همکاران (۲۰۱۷) است. این محققین بیان داشتند کاربرد کودهای برگی با افزایش فتوسنتز و تبادل سرعت گازی در برگ‌های توتون، میزان فتوسنتز، تعرق و هدایت روزنه‌ای را که عاملی برای افزایش سطح برگ می‌باشد، در شرایط محلول‌پاشی برگی بیشتر از موارد بدون محلول‌پاشی افزایش می‌دهد. شکل ۳ نشان می‌دهد، سطح برگ در رقم TC100 در هر دو روش کاشت بیشتر از رقم NC100 بود. رقم TC100 در کشت دوردیفه بیش‌ترین سطح برگ را داشت. اونلاز (۲۰۱۵) نیز در تعیین مناسب‌ترین فضای برداشت و تأثیر آن بر ویژگی‌های کمی و کیفی کوکر ۳۴۷ افزایش سطح برگ را با کاهش فاصله بوته گزارش نمود. در پژوهشی دیگر سطح برگ افزایش یافت. افزایش تراکم گیاه موجب افزایش سطح برگ در توتون گرم‌خانه‌ای شد (زوکسین تنگ ۲۰۲۰).



شکل۲ -مقایسه میانگین سطح برگ تحت تأثیر تیمار ساده روش کوددهی



شکل ۳- مقایسه میانگین سطح برگ در برهم‌کنش رقم و آرایش کاشت

عملکرد سبز

عملکرد سبز تحت تأثیر تیمار ساده و برهم‌کنش آن‌ها قرار گرفت (جدول ۳). در تیمار کوددهی برگی و کشت دوردیفه، عملکرد سبز رقم NC100 حدود ۵۷ درصدی نسبت به کشت مرسوم (تک‌ردیفه) بیشتر بود. این مقدار در کاشت دوردیفه رقم NC100 تنها ۰/۵

درصد بود (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد وضعیت فیزیولوژیک گیاه و ویژگی‌های فیزیکی از جمله شکل برگ، ترکیب کوتیکول، ساختار مومی سطح برگ، ساختار سطح برگ، وجود کرک‌های برگ، مرحله فنولوژیکی گیاه و تحرک ماده غذایی در داخل گیاه عامل اصلی اختلاف در جذب برگی توسط این ارقام باشد (جاش‌بی و همکاران ۲۰۱۹). آزادبخت (۲۰۱۶) در تحقیقی نشان داد عملکرد و ابعاد برگ توتون با کاهش فاصله کاشت بیش‌تر می‌شود. به‌نظر می‌رسد زمانی که فاصله نزدیک‌تر و تراکم بیشتر شود میزان رشد توتون به منظور دریافت نور زیادتر و در نتیجه عملکرد بیشتری به‌دست می‌آید. افزایش شاخص سطح برگ بر اثر سایه‌اندازی یکی از راه‌هایی است که برای افزایش سطح فتوسنتزکننده به‌منظور تضمین عملکرد در شدت‌های نوری پایین رخ می‌دهد. بنابراین، جبران فتوسنتز پایین در واحد سطح برگ، از ویژگی برگ‌های قرار گرفته در سایه محسوب می‌شود (دارابی و همکاران ۲۰۱۴). در تیمار کوددهی خاکی بیش‌ترین عملکرد سبز از رقم TC100 در کاشت دوردیفه و کم‌ترین عملکرد سبز از رقم NC100 در کاشت تک‌ردیفه به‌دست آمد (جدول ۴). در مطالعه حاضر رقم TC100 در کاشت دوردیفه عملکرد سبز برگ بیشتری نسبت به رقم NC100 در هر دو روش کاشت داشت. این نتیجه بیان‌گر پتانسیل تولید برگ سبز بیشتر رقم TC100 نسبت به رقم NC100 می‌باشد.

شاخص کلروفیل برگ (SPAD)

در تیمار کود برگی، رقم TC100 در کاشت دوردیفه شاخص کلروفیل برگ بیش‌تری داشت. همچنین در تیمار کوددهی خاکی کاشت دوردیفه، رقم TC100 افزایش حدود ۲۸ درصدی این صفت را نسبت به کاشت تک‌ردیفه موجب شد (جدول ۴). کاهش فاصله ردیف و افزایش تراکم بوته‌ها موجب سایه‌اندازی برگ‌ها روی هم، افزایش عدد کلروفیل‌مترو هم‌زمان تخصیص نیتروژن بیشتری به کمپلکس‌های برداشت نور می‌شود (مارشنر ۲۰۱۲).

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات کمّی عملکرد سبز، کلروفیل برگ و درآمد توتون تحت برهم‌کنش رقم، آرایش کاشت و روش کوددهی.

منابع تغییر		عملکرد سبز ($Kg.ha^{-1}$)		درصد تغییر	شاخص کلروفیل برگ (SPAD)		درصد تغییر	درآمد (تومان در هکتار)		درصد تغییر
		آرایش کاشت			آرایش کاشت			آرایش کاشت		
روش کوددهی	رقم	تک‌ردیفه	دوردیفه		تک‌ردیفه	دوردیفه		تک‌ردیفه	دوردیفه	
خاکی	NC100	۱۹۸۶۷^{d}	۲۱۰۵۰^{c}	+۵/۹۵	۴۵/۱۰^{c}	۴۷/۱۶^{b}	+۴/۵۶	۶۵۲۴۸۲۲۱^{d}	۷۵۰۱۸۷۳۷^{c}	+۱۴/۹۷
	TC100	۲۵۳۱۶^{b}	۳۱۵۰۵^{a}	+۲۴/۴۴	۳۱/۲۳^{d}	۷۱/۳۰^{a}	+۲۸/۳۰	۷۷۸۸۵۵۲۵^{b}	۹۳۹۶۶۲۱۳^{a}	+۲۰/۶۴
برگی	NC100	۲۳۱۸۳^{c}	۳۶۴۶۲^{b}	+۵۷/۲۷	۵۹/۰۸^{d}	۷۳/۳^{b}	+۲۴/۰۶	۷۴۳۰۱۷۳۴^{d}	۱۱۸۱۳۱۳۷۶^{c}	+۵۸/۹۸
	TC100	۴۸۳۳۳^{a}	۴۸۵۸۳^{a}	+۰/۵۱	۶۸/۴۷^{c}	۷۵/۱۷^{a}	+۹/۷۸	۱۵۸۱۰۰۲۶۱^{b}	۱۷۰۶۲۲۴۲۲^{a}	+۷/۹۲

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر تیمار کوددهی براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند. درصد تغییر بیانگر میزان افزایش (+) یا کاهش (-) صفات مورد مطالعه در کاشت دوردیفه در مقایسه با کاشت تک‌ردیفه در هر رقم و روش کوددهی است.

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد ارتفاع بوته تحت تأثیر روش کوددهی، رقم، آرایش کاشت و برهم‌کنش دو عامل قرار گرفت (جدول ۳). ارتفاع بوته در رقم TC100 بالاتر از رقم NC100 بود (جدول ۵). بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به‌ترتیب در تیمار کوددهی برگی و در الگوی کاشت دوردیفه و تیمار کوددهی خاکی در الگوی کاشت تک‌ردیفه به‌دست آمد (جدول ۶). به‌نظر می‌رسد دریافت نور عاملی برای بلندتر شدن طول بوته در آرایش کاشت دوردیفه نسبت به کاشت تک‌ردیفه

باشد. همچنین در تحقیقی کالیسکان و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که ارتفاع توتون در تیمارهای محلول‌پاشی‌شده بیشتر از تیمار شاهد بود ولی کیفیت برگ تحت تأثیر محلول‌پاشی قرار نگرفت.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات ارتفاع بوته و قیمت در دو رقم توتون ویرجینیا

رقم	ارتفاع بوته (cm)	قیمت واحد (ریال در کیلوگرم برگ)
NC100	۹۸/۳۳^{b}	۱۵۵۵۱۷^{b}
TC100	۱۲۴/۹۱^{a}	۱۷۱۵۲۷^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات ارتفاع بوته تحت اثر برهم‌کنش روش کوددهی و آرایش کاشت

روش کوددهی	آرایش کاشت	ارتفاع بوته (cm)
خاکی	**تک‌ردیفه**	۱۰۳/۸۳^{d}
	دوردیفه	۱۱۱/۳۳^{b}
برگی	**تک‌ردیفه**	۱۰۸/۳۳^{c}
	دوردیفه	۱۲۳/۰۰^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

نیتروژن کل برگ

نیتروژن کل برگ تنها تحت تأثیر آرایش کاشت و برهم‌کنش آن با رقم قرار گرفت (جدول ۷). رقم NC100 در کاشت تک‌ردیفه نیتروژن کل بیشتر و رقم TC100 در کاشت دوردیفه نیتروژن کل کم‌تری داشت (جدول ۸). به‌نظر می‌رسد در آرایش کاشت دوردیفه و فاصله کم‌تر رقابت گیاه برای دریافت کود افزایش یافته از این‌رو نیتروژن کم‌تری از سوی گیاه جذب و در برگ‌ها مشاهده شده‌است. نتیجه به‌دست آمده با نتایج کاپر (۲۰۱۰) مطابقت دارد. ایشان در تحقیقی بیان داشتند که با افزایش تراکم کاشت، توده ریشه گیاه نیز به همین نسبت کاهش می‌یابد. در نتیجه نیتروژن جذب‌شده توسط ریشه توتون کاهش می‌یابد. همچنین دلیل این کاهش را می‌توان به‌اثر رقت نیتروژن ناشی از افزایش سطح برگ در تیمار رقم TC100 در کاشت دوردیفه مربوط دانست (شکل ۲). در توجیه این مطلب می‌توان گفت، با افزایش سطح برگ در گیاه و جذب عنصر، مقدار آن در بافت گیاه در سطح بیشتری پخش شده در نتیجه غلظت نیتروژن کاهش می‌یابد (جاریل و برلی ۱۹۸۱). از آن‌جا که در این پژوهش رقم NC100 در هر دو آرایش کاشت نسبت به رقم TC100 نیتروژن کل بیشتری داشته است بنابراین به‌نظر می‌رسد نیتروژن کل برگ بیش از آن‌که از آرایش کاشت متأثر باشد تحت تأثیر رقم قرار گرفته است. در همین ارتباط بیلاتس و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش کردند کیفیت توتون را می‌توان به‌طور قابل‌توجهی توسط رقم و شیوه‌های رشد تغییر داد. پیش‌تر گزارش شده بود که ترکیب شیمیایی برگ توتون از رقم و ویژگی‌های بیولوژیکی گیاه بیشتر از شرایط محیطی تأثیر می‌پذیرد (جِنگ و همکاران ۲۰۱۹).

درصد نیکوتین برگ

براساس یافته‌ها نیکوتین برگ جز در برهم‌کنش آرایش کاشت و رقم تفاوت معنی‌داری نداشته است (جدول ۷). درصد نیکوتین برگ در تیمار ترکیبی رقم NC100 در هر دو شرایط آرایش کاشت نسبت به تیمار ترکیبی رقم TC100 در شرایط مشابه مقدار بالاتری داشت (جدول ۸). در همین ارتباط جاش‌بی و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی بیان داشتند مهم‌ترین تصمیم زراعی که بر میزان نیکوتین برگ‌ها تأثیرگذار است انتخاب نوع

رقم است. تراکم گیاه در مزرعه تاثیر قابل توجهی بر میزان نیکوتین دارد. با افزایش تراکم غلظت نیکوتین برگ کاهش می‌یابد. زلکا (۲۰۱۹) در تحقیقی بیان داشت، گیاهان با فاصله نزدیک‌تر به‌دلیل رقابت برای دریافت

جدول ۷- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه توتون ویرجینیا در روش‌های کوددهی و آرایش کاشت

منابع تغییر	درجه آزادی	نیتروژن کل	نیکوتین	پتاسیم	قند	قیمت یک کیلوگرم توتون	درآمد
بلوک	۲	۳/۶۶	۰/۰۸۵	۰/۰۷	۱/۲۳	۷۱۵۰۲۳۸۰۹	۳/۶۸
روش کوددهی (A)	۱	۱۹/۸۵^{ns}	۰/۵۱^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۰/۲۴^{ns}	۵۷۲۳۵۲۸۸۰۶^{ns}	۱/۰۵^{ns}
خطایa	۲	۱۲/۱۵	۰/۰۹	۰/۲۳	۸/۳۰	۹۳۸۸۰۹۲۶۶	۳/۸۸
رقم (B)	۱	۱۱/۶۶^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۱/۷۰^{ns}	۱۵۳۷۹۰۱۴*	۱/۲۲**
خطایb	۲	۶/۳۹	۰/۱۱	۰/۰۶	۳/۳۸	۳۱۳۱۲۰۶۲۳	۱/۰۷
A×B	۱	۳۲/۳۶^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۴۷۷۹۰۱۰۰۹^{ns}	۹/۳۹*
آرایش کاشت (C)	۱	۴۵/۷۳**	۱/۷۰^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۸/۱۶^{ns}	۸۱۶۶۰۱۸۳^{ns}	۱/۶۳**
A×C	۱	۲۹/۶۳^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۱۰/۴۰^{ns}	۹۶۵۲۸۸۴^{ns}	۴/۱۱**
B×C	۱	۱۱۷/۷۹**	۲/۹۹**	۰/۳۵*	۲۳/۶۰*	۶۰۱۹۹۹۰۷۷^{ns}	۱/۱۱^{ns}
A×B×C	۱	۹/۴۱^{ns}	۰/۵۵^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۳/۲^{ns}	۸۴۵۰۲۵۷^{ns}	۱/۴۷**
خطای آزمایشی	۱۲	۲/۱۷	۰/۱	۰/۰۳	۲/۷	۲۷۷۳۰۵۳۳	۱/۰۵
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۱	۱۶/۱	۱۶/۶	۱۰/۶	۱۰/۱	۹/۸
برش‌دهی اثر متقابل: مجموع مربعات اثر برهم‌کنش آرایش کاشت و رقم در دو روش کوددهی							
کود خاکی	۳	۷۰/۹۴ **	۱/۴۰ **	۰/۰۸۰ ^{ns}	۷/۵۴ *	۱۵۲۷۴۴۶۶۴ *	۱/۶۸ **
کود برگی	۳	۱۱/۲۵ **	۰/۴۰ **	۰/۱۵ *	۸/۱۹ *	۷۵۳۱۱۰۲۷۸ *	۶/۳۵ **

*، ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح پنج و یک درصد و غیر معنی دار می باشد.

نیتروژن، محتوی نیکوتین کم‌تر تولید می‌کنند. در توجیه این مطلب مجید و همکاران (۲۰۲۰) بیان داشتند، نیتروژن جزیی از مولکول نیکوتین است، هنگامی‌که نیتروژن در خاک به‌مقدار زیادی موجود باشد نیکوتین بیشتری در گیاه تولید می‌شود. در پژوهشی دیگر دلیل این امر را احتمالاً به سبب رقابت زیاد بین ریشه‌هایی که در آن آلکالوئید ساخته می‌شود دانستند (بیلاتس و همکاران ۲۰۱۵). تراکم گیاه در مزرعه تاثیر قابل‌توجهی بر میزان نیکوتین برگ دارد. با افزایش تراکم غلظت نیکوتین برگ کاهش می‌یابد (جاش‌بی و همکاران ۲۰۱۹). بنابراین در گیاهانی که با فاصله کمتر کشت می‌شوند به‌دلیل رقابت برای دریافت مواد غذایی، نیتروژن به اندازه کافی در دسترس قرار نمی‌گیرد در نتیجه منجر به کاهش محتوی نیکوتین برگ می‌شود. اما در فاصله بیشتر بین ردیف‌ها رقابت برای دریافت نیتروژن وجود ندارد و این امر موجب بالا رفتن میزان نیکوتین در برگ می‌شود (بیلالیس و همکاران ۲۰۱۵). مشابه پژوهش‌های قبلی همبستگی مثبت (r= +۰/۲۸) بین غلظت نیتروژن در برگ با نیکوتین مشاهده شد (جدول ۹). همچنین غلظت نیتروژن در برگ با نیکوتین همبستگی مثبت دارد (کریشنا و همکاران ۲۰۱۶، مجید و همکاران ۲۰۲۰). این محققین دلیل این همبستگی مثبت وجود نیتروژن در ساختار مولکول نیکوتین دانستند. بنابراین هنگامی‌که نیتروژن در خاک موجود باشد نیکوتین بیشتری در گیاه تولید خواهد شد.

درصد پتاسیم برگ

براساس یافته‌ها، تنها برهم‌کنش رقم و آرایش کاشت بر پتاسیم برگ اثر معنی‌داری داشت (جدول ۷). در رقم TC100، استفاده از کاشت دوردیفه موجب افزایش معنی‌دار پتاسیم برگ شد (جدول ۸). مشابه پژوهش‌های گذشته (زلکا ۲۰۱۹، کریشنا و همکاران ۲۰۱۶) محتوی پتاسیم برگ با میزان فراهمی نیتروژن از همبستگی منفی (r= -۰/۲۸) برخوردار بود (جدول ۹). دلیل این امر استفاده موثر از نیتروژن و تبدیل سریع آن به پروتئین توسط گیاه توتون در حضور یون پتاسیم گزارش شد (کریشنا و همکاران ۲۰۱۶).

جدول ۸- مقایسه میانگین برهم‌کنش رقم و آرایش کاشت بر صفات نیکوتین، پتاسیم و نیتروژن کل و قند برگ توتون

رقم	آرایش کاشت	نیکوتین	پتاسیم	نیتروژن کل	قند
		درصد			
NC100	تک‌ردیفه	۲/۶۵^{a}	۱/۰۳^{b}	۲۲/۳۹^{a}	۱۳/۸۰^{c}
	دوردیفه	۱/۹۷^{b}	۱/۱۱^{b}	۱۶/۵۶^{bc}	۱۶/۳۱^{ab}
TC100	تک‌ردیفه	۱/۸۰^{bC}	۱/۱۶^{b}	۱۸/۲۳^{b}	۱۵/۵۰^{b}
	دوردیفه	۱/۴۱^{c}	۱/۴۵^{a}	۱۵/۲۰^{c}	۱۶/۹۵^{a}

میانگین‌های دارای حروف یا حروف مشترک براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

جدول ۹-همبستگی صفات نیتروژن کل برگ، نیکوتین، قند، پتاسیم برگ با سایر صفات مورد بررسی در این آزمایش

	نیتروژن کل برگ	نیکوتین	قند	پتاسیم
نیکوتین	۰/۲۸	۱		
قند	-۰/۰۱	-۰/۱۴	۱	
پتاسیم	-۰/۲۸	۰/۰۷	۰/۲۳	۱
کلروفیل	-۰/۱۶	-۰/۲۸	۰/۷۵**	۰/۴۱
عملکرد سبز	۰/۲۸	۰/۰۷	۰/۲۳	۰/۷۸**
سطح برگ	۰/۳۱	۰/۵۵	-۰/۶۶*	-۰/۰۶
ارتفاع بوته	۰/۱۵	-۰/۳۶	۰/۳۱	۰/۰۵
قیمت	۰/۵۶*	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۹۵**
درآمد	۰/۲۳	۰/۰۷	۰/۳۴	۰/۰۴۲

*، ** و بدون علامت به‌ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد و غیرمعنی‌دار

محتوی قند

تنها برهم‌کنش رقم × آرایش کاشت بر محتوی قند برگ معنی‌دار شد (جدول ۶). در پژوهش حاضر، محتوی قند در محدوده بین ۱۶/۹۵ – ۱۳/۸۰ درصد قرار گرفت. کاشت دوردیفه رقم TC100 بیش‌ترین و کاشت تک‌ردیفه رقم NC100 کم‌ترین محتوی قند را داشت (جدول ۷). برخی پژوهش‌گران گزارش کردندکه افزایش تراکم کاشت افزایش سطح برگ و در نتیجه افزایش محتوی قند برگ را به‌همراه دارد (لویز ۲۰۱۹، کینای ۲۰۲۱). در همین راستا کاپر (۲۰۱۰) بیان داشتند که با افزایش تراکم کاشت ضریب سطح برگ توتون افزایش یافت و در نتیجه محتوی قند برگ در تراکم بالا افزایش یافت (زاهو و همکاران ۲۰۱۹). نیتروژن کمتر به گیاه باعث ساختن زودرس نشاسته در گیاهان می‌شود و به تجمع نشاسته در گیاه کمک می‌کند. محتوی قند با در دسترس بودن نیتروژن نسبت عکس دارد (زلکا و همکاران ۲۰۱۹). به‌نظر می‌رسد این اختلاف به‌دلیل میزان تجزیه بیشتر نشاسته و تبدیل آن به قند و میزان رسیدگی برگ‌ها باشد از این‌رو تیمار ترکیبی(کاشت دوردیفه × رقم TC100) به‌دلیل دارا بودن برگ‌های رسیده‌تر و تجزیه بیشتر نشاسته به‌قند طی عمل‌آوری برگ‌ها، دارای درصد قند بیشتری بوده و تیمار ترکیبی (کاشت تک‌ردیفه × رقم NC100) به‌دلیل عدم رسیدگی مناسب برگ‌ها و تجزیه کمتر نشاسته به قند، دارای درصد قند کمتری در برگ‌ها بوده است.

عملکرد اقتصادی

قیمت

بر اساس یافته‌ها قیمت توتون تنها تحت تأثیر اثر ساده رقم قرار گرفت (جدول ۷). نتایج میانگین داده‌ها بیانگر آن بود رقم TC100 قیمت بالاتری نسبت به رقم

NC100 داشت (جدول ۵). توتون ویرجینیا بر اساس ۳۶ درجه بین‌المللی که در آن‌ها چین، کیفیت و رنگ برگ ملاک ارزیابی می‌باشد قیمت‌گذاری می‌شود. کلروفیل از جمله رنگدانه‌های اصلی برگ توتون است و به‌هنگام رنگ‌آوری برگ کلروفیل آن شکسته شده و به زانتوفیل (رنگ زرد) و کاروتن (رنگ قرمز) تبدیل می‌شود. برگ‌هایی با حداقل ۳۰ سانتی‌متر طول، رنگ زرد مایل به قرمز، بدون صدمه مکانیکی و دارای بافت الاستیسیته کافی از قیمت بالایی برخوردار خواهند بود (زمانی ۲۰۱۰). غلظت بالای پتاسیم در توتون باعث ایجاد عطر، طعم، خوش‌سوزی بهتر و بالا رفتن ارزش درجه خرید برگ توتون می‌شود (تنگ و همکاران ۲۰۱۹). از این‌رو این افزایش قیمت را می‌توان به درصد قند بالاتر، کلروفیل بیشتر و رنگ‌آوری بهتر رقم TC100 نسبت به رقم NC100 مربوط دانست.

درآمد

درآمد توتون تحت تأثیر تیمار ساده رقم، آرایش کاشت و برهم‌کنش تیمار دوگانه و سه گانه قرار گرفت (جدول۷). میزان درآمد رقم TC100 در هر دو تیمار کاشت و کوددهی از رقم NC100 بالاتر بود (جدول ۴). برش‌دهی فیزیکی نشان داد کودبرگی در رقم TC100 در کاشت دوردیفه، موجب افزایش حدود ۸ درصد و در کوددهی خاکی افزایشی در حدود ۲۱ درصد درآمد نسبت به کاشت تک‌ردیفه شد (جدول ۴). درآمد ریالی در هکتار از حاصل‌ضرب عملکرد در هکتار در قیمت یک کیلوگرم برگ توتون محاسبه می‌گردد (زمانی ۲۰۱۰). از این‌رو می‌توان نتیجه گرفت، قیمت و عملکرد توتون هر دو بر درآمد تأثیرگذار هستند. همچنین کم‌شدن فاصله بین ردیف در کاشت دوردیفه موجب رشد برگ‌ها به سمت خارج ردیف‌ها گشته و برداشت برگ‌ها را آسان‌تر کرده، از این‌رو کم‌ترین صدمه مکانیکی و بالاترین کیفیت برگ‌ها به‌دست می‌آید (میرسولاو ۲۰۱۰).

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد عملکرد برگ سبز رقم NC100 در برهم‌کنش تیمار کود برگی و کشت دوردیفه حدود ۵۷ درصد نسبت به کشت مرسوم (تک‌ردیفه) بیشتر بود. در برهم‌کنش تیمار کوددهی خاکی در کاشت دوردیفه، رقم TC100 افزایش حدود ۲۸ درصدی شاخص کلروفیل را نسبت به کاشت تک‌ردیفه نشان‌داد. همچنین، سطح برگ در تیمارهای کوددهی برگی بیش‌تر از کوددهی خاکی بود. درصد نیکوتین برگ در برهم‌کنش رقم NC100 در هر دو شرایط آرایش کاشت تک‌ردیفه و دوردیفه نسبت به برهم‌کنش رقم TC100 در شرایط مشابه کاشت، افزایش داشت. کاشت دوردیفه موجب افزایش معنی‌دار پتاسیم برگ در رقم TC100 شد و برهم‌کنش رقم و آرایش کاشت بر پتاسیم برگ اثر معنی‌داری داشت. همچنین بیش‌ترین و کم‌ترین محتوی قند به ترتیب از رقم TC100 با آرایش کاشت دوردیفه و NC100 با آرایش کاشت تک‌ردیفه به‌دست‌آمد. در پایان نتایج حاصل از این پژوهش نشان‌داد، با تغییر آرایش کاشت از کشت مرسوم تک‌ردیفه به‌کاشت دوردیفه می‌توان کیفیت و کمّیت توتون را افزایش داد. همچنین توتون‌کاران می‌توانند با تغییر در روش نحوه اعمال کود سرک و مصرف آن به‌صورت برگی، ضمن حفظ خواص کیفی و کمّی عملکرد توتون با کاهش میزان کود مصرفی گام بلندی در جهت کاهش هزینه‌های تولید و آسیب‌های زیست‌محیطی بردارند.

سپاسگزاری

به‌این وسیله از حمایت‌های مرکز تحقیقات و آموزش توتون تیرتاش و دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در طول اجرای این پژوهش قدردانی به‌عمل می‌آید..

منابع مورد استفاده

Al-Majdi MH, Ghobadi M and Honarmand SJ. 2020. Effect of light intensity and nitrogen addition on some growth parameters of pea (Pisum sativum L.). Plant Archives, 20: 975-980. https://doi.org/10.1104/pp.60.6.868

Azadbakht M, Ghajarjazi E, Kiapei A, Jafari H, Salehi E and Pishgar R. 2016. Effects of variety and plant spacing on weight, surface and yield of tobacco leaf (K326 and 347 Var). Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 8(3): 220-224.

Basha S, Manjunath J, Bai P and Rao C. 2019. Response of bidi tobacco (Nicotiana tabacum L.) to foliar nutrition with nitrogen and potassium under rain fed conditions. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 8(1): 205-207. https://krishikosh.egranth.ac.in/handle/1/5810176550

Bilalis DJ, Travlos IS, Portugal J, Tsioros S, Papatheohari YY, Avgoulas C, Tabaxi I, Alexopoulouc E and Kanatas PJ. 2015. Narrow row spacing increased yield and decreased nicotine content in sun-cured tobacco (Nicotiana tabacum L.). Industrial Crops and Products, 75: 212-217. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.05.057

Caliskan O, Dursun K and Ahmet K. 2017. Effects of different levels of foliar NPK fertilizer on agronomic properties of two oriental tobacco varieties. Тутун/Tobacco. 67: 65-71.

Copper V.L. 2010. Effects of plant spacing and height of topping at two nitrogen rates on some agronomic characteristics on bright tobacco. Tobacco Science, 13:150-152**.**

Coresta, 1994a. Coresta recommended method no. 35. Determination of total alkaloids (as nicotine) in tobacco by continuous flow analysis. Available from: http://www.coresta.org/ Recommended_Methos/ CRM_35.pdf.

Coresta. 1994b. Coresta recommended method no. 38. Determination of reducing carbohydrates in tobacco by continuous flow analysis. Available from: http:// www.coresta.org/ Recommended_Methos/ CRM_38.pdf.

Darabi F, Hatami A, Zare M.Z and Naseri R. 2014. Effect of shading on some important physiological traits in lentil crop. Journal of Crop Ecophysiology, 9(1): 109-122. https://sanad.iau.ir/en/Article/956498?FullText=FullText

Dursun K. 2021. Impacts of environmental variations on quality and chemical contents of oriental tobacco. Contributions to Tobacco and Nicotine Research, 30: 50-62. https://doi.org/10.2478/cttr-2021-0006

Eriksen M, Mackay J, Schluger N, Gomeshtapeh F.I, Drope J. 2015. The Tobacco Atlas, Fifth Edition. Atlanta, GA, USA: American Cancer Society. 46pp

Geng Y, Cao G, Wang L and Wang S. 2019. Effects of equal chemical fertilizer substitutions with organic manure on yield, dry matter, and nitrogen uptake of spring maize and soil nitrogen distribution. Plos One, 14: 1-16. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219512

Hazem, M.K, Carpentier R, Allakhverdiev S and Karolina B. 2012. Fluorescence parameters as early indicators of light stress in barley. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 112: 1–6. https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2012.03.009

Hodgson J.F, Lindsay W.L and Trierweiler J.F. 1966. Micronutrient cation complexing in soil solution: II complexing of zinc and copper in dis placed solution from calcareous soils. Soil Science Society America Proceeding, 30: 723 -726.

Iran Tobacco Company. 2020. Statistics report of cultivation of Iran Tobacco Company. Iran Tobacco Company.31Pp. (In Persian).

Jarrell W.M and Beverly R.B. 1981. The dilution effect in plant nutrition studies. Advances in Agronomy. 34: 197-224. https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60887-1

Josh BH, Matthew CV and Ramswy SL. 2019. Agronomic practices affecting nicotine concentration in flue cured tobacco. Agronomy Journal, 3067-3075. https://doi.org/10.2134/agronj2019.04.0268

Josh BH, Matthew CV, Ingram MC, Paul C and Brian E. 2018. Nutrient disorders of burley and flue-cured tobacco. Crops Soils Magazine, 4(1). 1–9. https://doi.org/10.2134/cftm2017.11.0076

Kınay A and Kurt D. 2021. Chemical content and quality of sun cured tobacco lines. Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 36(2): 282-292. https://doi.org/10.7161/omuanajas.872885

Kınay A, Güngör Y and Nejdet K. 2020. Yield and quality properties of some oriental tobacco (Nicotiana tabacum L.) hybrids. Genetika, 52(2): 735-750. https://doi.org/10.2298/GENSR2002735K

Krishna reddy s v, Kasturi k, krishnamurthy v, chandrasekhara rao c and anuradha m. 2016. Effect of N and K levels on growth, yield and nutrient uptake of FCV tobacco cv. Kanchan. Indian Journal of Agricultural Sciences, 86 (5): 691–5. https://doi.org/10.56093/ijas.v86i5.58357

Lewis RS. 2018. Potential mandated lowering of nicotine levels in cigarettes. A plant perspective. Nicotine Tobacco Research, 21 (7): 991–995. https://doi.org/10.1093/ntr/nty022

Mirsolav B, Ankica B, Mirko B, Hrvoje S and vinko K. 2010. Effect of within-row spacing on agronomic and morphological characteristics of the flue-cured cultivars. Tobacco Conspectus Scientificus Agricultural, 75(1):27-31.

Mlambo O. 2015. Effects of intra row spacing on growth, yield and quality of selected new flue cured tobacco (Nicotiana tabacum L.) varieties. A research project submitted in partial fulfilment of the requirements for the Bachelor of Science Agronomy Honours Degree. Department of Agronomy, Faculty of Natural Resources Management and Agriculture Midlands State University. 46p.

Mudzengerere I.E. 2013. Corn and soybean response to rotation sequence, row spacing, and tillage system. Crop Science. 95: 965-971. https://doi.org/10.2134/agronj2003.9650

Radoukova T.I and Dyulgerski Y.K. 2014. Comparative study on the effect of the climatic conditions on biological, economic and chemical characteristics of large-leaved tobacco samples of burley and Virginia groups. Ecologia Balkanica 5:49–54. http://eb.bio.uni-plovdiv.b

Salvati M.R. 2000. Determination of dry weight and leaf area using some morphological characteristics in commercial tobacco cultivars. Research Report of Iran Tobacco Company (79- 201- 2). 32-45 Pp. (In Persian).

Shakhzeinoddin A and Elahi M. 2021. Agricultural sustainability assessment in the Iranian provinces. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production. 32 (2): 349-366. (In Persian). https://doi.org/10.22034/saps.2021.46430.2690

Shamel rostami M.T, Nicmaram J, Ahifar H and Fattahi A. 2000. Effects of potassium rates in different fertile soils on flue-cured tobacco. Bull. Spec. CORESTA, 2000, Lisbon Congress, P 116, abstr. APOST15

Tabaxi L, Charikleia Z, Stella K, Antigoni-Eleni F, Ioanna K, Apostolos K and Dimitrios B. 2021. Effect of organic fertilization on quality and yield of oriental tobacco (Nicotiana tabacum L.) under Mediterranean conditions. Asian Journal Agriculture and Biology, (1): 1-7. https://doi.org/10.35495/ajab.2020.05.274

Tang H, Wang J, Li X, Zeng Zh, Liu L, Liu L and Yan H. 2019. The effect of water-nitrogen coupling on growth, yield and quality of flue-cured tobacco. Journal of Irrigation and Drainage, 38(6). 17–24. https://doi.org/10.3390/w14223665

Tso TC. 1990. Production, Physiology and Biochemistry of Tobacco Plant. Publisher: Ideals. 32. Pp

Wu Y.S, Gong W.Y and Yang W.Y. 2017. Shade inhibits leaf size by controlling cell proliferation and enlargement in soybean. Scientific Reports, 7: 9259. 10.1038/s41598-017-10026-5

Yang Y, Zhang S, Li N, Chen H, Jia H, Song X, Liu G, Ni Ch, Wang Zh, Shao H and Zhang S. 2019. Metagenomic insights into effects of wheat straw compost fertiliser application on microbial community composition and function in tobacco rhizosphere soil. Scientific Reports, 9: 6168. https://doi.org/10.1038/s41598-019-42667-z

Yemanne O.N. 2013. Response of soybean cultivars to narrow rows and planting rates under weed free conditions. Agronomy Journal, 69:89-92.

Zamani P. 2010. Cultivation and processing of tobacco. Iran Tobacco Company, 160 pp. (In Persian).

Zeleke M, Dawit D and Dereje S.K. 2019. Effect of nitrogen rate and intra-row spacing on yield components and quality of tobacco (Nicotiana tabacum L.) under irrigation condition at Achura in Wolaita zone, southern Ethiopia. International Journal of Research in Agriculture and Forestry, 6 (9): 13-22.

Zuoxin T, Lulu C.h, Zebin C.h, Yali F, Xiaolu S, Binbin W and Tiyuan X. 2020. Climatic factors determine the yield and quality of Honghe flue-cured tobacco. Scientific Reports, 10:1986.