به زراعی کشاورزی
دوره ۲۴ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۱
صفحه‌های ۱۱۳-۹۷
DOI: 10.22059/jci.2021.316258.2493

مقاله پژوهشی:

بررسی نسبت‌های مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر برخی صفات رویشی و زایشی ارقام مختلف تمشک سیاه در گلخانه

امیرعلی محمدی[۱]، مهدی حدادی نژاد[۲*]، حسین صادقی[۳]، کامران قاسمی[۲]
۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
۲. استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
۳. دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۱/۲۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۴/۲۷

چکیده
تمشک سیاه از گیاهان معتدله است که امکان تولید محصول در گلخانه جهت تولید میوه خارج از فصل و حصول سود بیش‌تر نیز برای آن وجود دارد. این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به‌صورت گلدانی، در بستر خاکی حاوی نسبت ۱:۱:۱ خاک لومی، ماسه و ماده آلی، انجام شد. فاکتور اول رقم (زودرس، میان‌رس و دیررس) و فاکتور دوم برنامه تغذیه‌ای در شش سطح از عناصر NPK (N0P0K0 (شاهد)، N50P0K0، N50P0K25، N50P0K50، N50P25K50، N50P12.5K25 کیلوگرم در هکتار) بوده که به‌صورت کودآبیاری اعمال شد. نتایج نشان داد کاربرد عناصر غذایی موجب شده بیش‌ترین میزان عناصر نیتروژن و پتاسیم در رقم دیررس حاصل شود. بیش‌ترین طول شاخه و شاخص سبزینگی در تیمار N50P0K25 دیده شد؛ هم‌چنین پاسخ گیاه تمشک به نسبت‌های مختلف عناصر غذایی از نظر وزن تر شاخه در ارقام مختلف روند متفاوتی را نشان داد. با این‌حال بیش‌ترین وزن تر شاخساره در رقم دیررس و در دو تیمار N50P0K0 و N50P0K50 دیده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که حداکثر عملکرد در ارقام زودرس و میان‌رس در تیمار N50P0K25 و در رقم دیررس در تیمار حاوی فسفر (N50P25K50) حاصل شد. هم‌چنین بیش‌ترین مقدار مواد جامد محلول در رقم زودرس و تیمار N50P0K25 به میزان ۱۲/۹ درجه بریکس به‌دست آمد. به‌طورکلی هرچند استفاده از عناصر غذایی NPK در اکثر صفات موردبررسی اثرگذار بود ولی نقش N و K در بهبود صفات رویشی و زایشی در تمشک به‌ویژه برای دو رقم زودرس و میان‌رس ملموس‌تر بود.

کلیدواژه‌ها: تغذیه معدنی، تمشک زودرس، شاخه رویشی، شفتچه، عملکرد.

Evaluation of Different Ratios of Nitrogen, Phosphorus and Potassium on Some Vegetative and Reproductive Traits of Blackberry Cultivars in Greenhouse

AmirAli Mohammadi[1], Mehdi Hadadinejad[2*], Hossien Sadeghi[3], Kamran Ghasemi[2]
1. Former M.Sc. Student, Department of Horticulture Sciences, Agronomy college, Sari Agriculture and Natural Resources University, Sari, Iran.
2. Assistant Professor, Horticultural Department, agronomy college, Sari Agriculture and Natural Resources University, Sari, Iran.
3. Associate professor, Horticultural Department, agronomy college, Sari Agriculture and Natural Resources University, Sari, Iran.
Received: April 12, 2021 Accepted: July 18, 2021

Abstract
Blackberry is a temperate plant that can also be grown in the greenhouse for off-season fruit production as well as greater profit. This study is conducted as a factorial experiment in a completely randomized design with three replications as a pot inside the soil. The first factor has been the cultivar (early, intermediate, and late) and the second one is the nutrition program at six levels of NPK(N0P0K0(control), N0P0K0, N50P0K25, N50P0K50, N50P25K50, and N50P12.5K25 kg/ha), applied as fertigation. Results show that the use of nutrients release the highest amount of nitrogen and potassium in the late cultivar. The highest shoot length and chlorophyll index belong to N50P0K25 treatment. Furthermore, blackberry's response to different ratios of nutrients for shoot fresh weight in different cultivars show a different trend; however, the highest shoot fresh weight occurs in late cultivar in both N50P0K0 and N50P0K50 treatments. Results also show that maximum yield in early and intermediate cultivars in N50P0K25 treatment and in treatment with phosphorus (N50P25K50) could be observed in the late cultivar. The highest amount of soluble solids in early cultivar and N50P0K25 treatment belong to 12.9 Brix°. In general, though the use of NPK nutrients is effective in most studied traits, the role of N and K in improving the vegetative and reproductive traits in blackberry has been especially tangible for the two early and intermediate cultivars.

Keywords: Druplet, early blackberry, mineral nutrition, primocane, yield.

* نویسنده مسئول Email: m.hadadinejad@sanru.ac.ir

۱. مقدمه

تمشک سیاه (*Rubus* sp.) یک میوه محبوب و با ارزش غذایی بالاست که محصول آن به‌صورت تازه، یخزده، فرآوری‌شده مانند مربا، ژله، سس، پوره، چای، جوهر، رنگ، لواشک و هم‌چنین دارو مصرف می‌شود (Milošević *et al*., 2018). اغلب تمشک‌ها بوته‌هایی چندساله بوده و گل‌های آن روی جوانه جانبی شاخه دوساله (فلوریکین) شکفته و از بارورشدن تخمدان‌های متعدد موجود در یک گل، میوه مجتمع (Aggregate) تولید می‌کند. رشد شاخه‌ها در تمشک های دوسال بارده پس از گل‌انگیزی در آغاز پاییز، متوقف شده و دریافت سرمای کافی برای شکستن خواب جوانه آن لازم می‌باشند. این نوع تمشک‌ها در طول سال اول رشد رویشی می‌کنند (Primocanes) و پس از آن در سال دوم تولید گل و میوه (Floricanes) نموده و در نهایت خشک می‌شوند (Segantini *et al*., 2018). با توجه به استراتژی رقم و نوع مدیریت علف هرز، از دست‌دادن مواد غذایی از میوه و شاخه‌های فلوریکین ممکن است بین ۳٤ تا ۷۹ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۳٦ تا ۸٤ کیلوگرم در هکتار پتاسیم و ۵ تا ۱۲ کیلوگرم در هکتار فسفر، باشد (Harkins & Goh, 2014).

بوته‌های تمشک نیازمند کود نیتروژنه در اوایل فصل رشد برای رشد شاخه‌های رویشی (پریموکین) و شاخه‌های عملکردی (فلوریکین) هستند. نیتروژن ذخیره‌شده در ریشه‌ها، طوقه و شاخه‌های زمستان‌گذران در سال بارده، برای رشد شاخه‌های جانبی و میوه استفاده می‌شود. زمانی‌که هرس به تأخیر می‌افتد، مواد غذایی حاصل از پیری شاخه‌های عملکردی دوباره استفاده می‌شود (Strik & Finn, 2011). به‌طورکلی، در گونه‌های مختلف تمشک دوسال‌بارده، کاربرد نیتروژن در یک فصل ممکن است بر عملکرد فعلی شاخه بارده، به‌طور عمده از طریق افزایش اندازه میوه و عملکرد فصل بعدی، به‌دلیل تأثیر آن بر رشد اولیه و جوانه گل، تأثیر بگذارد (Strik & Bryla, 2015). Ahmad *et al*. (2009) بیان کردند که نیتروژن نه‌تنها عملکرد را افزایش می‌دهد بلکه کیفیت محصول را نیز بهبود می‌بخشد. مصرف بهینه نیتروژن باعث افزایش سرعت فتوسنتز، تولید سطح و وزن برگ بیش‌تر، و نیز افزایش میزان جذب خالص می‌شود. حداکثر سطح برگ و وزن خالص برگ گیاهان تعیین‌کننده عملکرد بالاتر محصول می‌باشد. فسفر نیز پس از نیتروژن مهم‌ترین عنصر موردنیاز برای تولید محصول است. این عنصر در بسیاری از فرایندهای بیوشیمیایی، واکنش‌های انتقال انرژی نور ساخت و انتقال ویژگی‌های ژنتیکی نقش دارد (Kumar *et al*., 2009). فسفر هم‌چنین فسفر بخش مهمی از ATP، واحد انرژی گیاهان است، لذا می‌تواند به رشد و بلوغ گیاه کمک کند (Ahmad *et al*., 2017). پتاسیم نیز نقش‌های متابولیکی مختلف درگیاهان را انجام می‌دهد که از مهم‌ترین آنها تنظیم پتانسیل اسمزی سلول‌ها و فعال‌کننده بسیاری از آنزیم‌های دخیل در تنفس و فتوسنتز می‌باشد (Castaño *et al*., 2008).

به‌طورکلی، تولید تمشک سیاه به‌دلیل سرمایه‌گذاری اولیه بالا و هزینه‌های مرتبط با آن، با ریسک بالایی همراه است. تولید تجاری در گلخانه، تضمینی برای تولیدکنندگان مایل به سرمایه‌گذاری برای تولید خارج از فصل می‌باشد. با افزایش تولید تمشک سیاه طی بیست سال گذشته، اطلاعات تولیدکنندگان نیز در این باره افزایش یافته است (Smith, 2018). هم‌چنین Rom *et al*. (2010)، به ارزیابی تمشک‌های سیاه و فرنگی دو سال بارده در مقایسه با سیستم‌های تولید سنتی پرداختند. یکی از هدف آن‌ها پیش‌رس‌نمودن محصول از ماه‌های اردیبهشت تا خرداد و هم‌چنین بررسی عملکرد ارقام مختلف بود. نتایج مقایسه سه رقم نشان داد که تولید تمشک در تونل پلاستیکی به‌دلیل کنترل شرایط محیطی و محافظت در برابر سوانح طبیعی با عملکرد بیش‌تری همراه بود. به‌طوری‌که ٦۸ درصد افزایش عملکرد را نسبت به

فضای آزاد نشان می‌دهد. Moreno *et al.* (2019) با استفاده از ورمی‌کمپوست حاوی نیتروژن بیش از ۲ درصد، به عملکرد بالایی از تمشک دست یافتند. Buskiene & Uselis (2008) بالاترین عملکرد در تمشک‌فرنگی رقم Polana را در سطح بالا از تغذیه نیتروژن و پتاسیم (به‌ترتیب ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) گزارش کردند. Pereira *et al.* (2015) در مطالعه‌ای رشد رویشی، عملکرد و تغییرات غلظت عناصر برگ را در شاخه‌های دوساله بارده دو رقم تمشک سیاه در سه فصل در جنوب برزیل در پاسخ به تیمارهای سالانه پتاسیم بررسی نموده و اعلام کردند که توصیه‌های کود پتاسیم برای تولید بهینه تمشک سیاه مؤثر بوده است.

هدف از این پژوهش، بررسی نسبت‌های مختلف عناصر معدنی جهت افزایش عملکرد تمشک سیاه گلخانه‌ای و هم‌چنین به‌دست‌آوردن شاخه‌های رویشی مناسب بوده است، زیرا این شاخه‌ها از نظر تولید محصول در سال بعد بسیار مهم می‌باشند.

۲. مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به‌صورت گلدانی، در بستر خاکی و در گلخانه گروه باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. فاکتور اول رقم با سه سطح (زودرس (سیلوان)، میان‌رس (ماریون) و دیررس (توپای)) و فاکتور دوم برنامه تغذیه‌ای با شش سطح (N0P0K0، N50P0K0، N50P0K25، N50P0K50، N50P12.5K25،N50P25K50) بود (جدول ۱).

جهت آماده‌سازی بستر، ترکیب خاکی حاوی نسبت ۱:۱:۱ خاک لومی، ماسه و ماده آلی (ورمی‌کمپوست)، قبل از آزمایش تهیه و ویژگی‌های تغذیه‌ای آن در آزمایشگاه آب و خاک بابل اندازه‌گیری شد (جدول ۲)، سپس همه نمونه‌های گیاهی یکساله با رشد مناسب و ارتفاع یکسان از بستر خود خارج‌شده و پس از هرس ریشه به درون گلدان‌های پلی‌اتیلنی به ارتفاع ۳۸ سانتی‌متر و قطر دهانه ۳۳ سانتی‌متر منتقل شدند.

جدول ۱. اجزای تیمارهای به‌کاررفته در تغذیه سه رقم تمشک سیاه خاردار

تیمار غذایی (N:P:K)	مقدار نیتروژن (N(kg/ha	مقدار فسفر (P(kg/ha	مقدار پتاسیم (K(kg/ha
(Control)$N_0P_0K_0$	0	0	0
(2:0:1)$N_{50}P_0K_{25}$	50	0	25
(1:0:1)$N_{50}P_0K_{50}$	50	0	50
(2:1:2)$N_{50}P_{25}K_{50}$	50	25	50
(4:1:2) $N_{50}P_{12.5}K_{25}$	50	12.5	25

جدول ۲. ویژگی‌های خاک مورداستفاده در گلدان تمشک سیاه خاردار

بافت خاک	کربن آلی (%)	ماده آلی (%)	اسیدیته خاک	مواد خنثی شونده (%)	ازت کل (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)
شنی- لومی	۱۱/۵	۱۹/۸۳	٦/۷۸	۲۸/۵	۱/۱	۱۳	٥٦۰

بوته‌های رشدیافته تمشک سیاه پس از رفع نیاز سرمایی به گلخانه منتقل شدند (Carter et al., 2006) تا تیمار کودی موردنظر روی آن‌ها اعمال شود. کودهای مورداستفاده شامل اوره، نیترات پتاسیم و منوپتاسیم فسفات بود که از طریق کودآبیاری و هفته‌ای یک‌بار به‌صورت دستی از ابتدا کاشت تا پایان دوره برداشت (به‌مدت پنج ماه) در اختیار گیاه قرار گرفت (Krawiec, 2015). علاوه بر کوددهی، آبیاری بوته‌ها به‌صورت یک روز در میان و زمانی‌که سطح خاک تقریباً خشک شده بود، انجام گرفت. ازآنجاکه بستر آماده‌شده قبل از انجام کار، مورد آزمایش قرار گرفت، کمبود عناصر میکرو وجود نداشته و تمرکز این پژوهش بر عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم بوده است.

۲. ۱. اندازه‌گیری عناصر

عناصر غذایی NPK در شاخه‌های مثمر

برای بررسی عناصر برگ‌ها در اواخر دوره و از آخرین برگ‌های توسعه یافته، ابتدا عصاره‌گیری و سپس اندازه گیری‌ها انجام شد. جهت عصاره‌گیری دو گرم نمونه خشک گیاهی توزین و در کوزه چینی ریخته شد و در کوره تا ۵۵۰ درجه به‌مدت چهار ساعت حرارت دیده و خاکستر حاصل با آب مقطر خیس شده و ۱۰ میلی‌لیتر اسید هیدروکلریک ۲ مولار اضافه و بعد از اتمام فعل و انفعالات محتویات از کاغذ صافی ریز به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتر صاف شد. عصاره نهایی به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانیده شد. سپس عناصر نیتروژن و پتاسیم با روش Chapman & Pratt (1962) و فسفر با روش Elmer & Conn (1982) اندازه‌گیری شد.

۲. ۲. اندازه‌گیری صفات رویشی

پس از اعمال تیمارها (از تاریخ ۱۹ دی‌ماه ۹۶) صفات رویشی پس از ۹۰ روز موردبررسی قرارگرفت. برای این کار تمام شاخه‌های رویشی که به ارتفاع حداقل ۳۰ سانتی‌متر رسیده بودند، هرکدام از محل طوقه قطع شد و به آزمایشگاه منتقل شد. به‌منظور اندازه‌گیری طول میانگره سه شاخه رویشی را انتخاب کرده و سپس از فاصله ۲۰ سانتی‌متری از محل طوقه با استفاده از کولیس دیجیتال طول گره هر شاخه را اندازه گرفته و میانگین برحسب میلی‌متر ثبت شد. جهت اندازه‌گیری میانگین قطر شاخه های رویشی، قطر سه شاخه رویشی پس از هرس در فاصله ۲۰ سانتی‌متری از محل طوقه، برحسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

تعیین تعداد شاخه‌های رویشی (پاجوش) در دو مرحله انجام گرفت. ابتدا در فروردین‌ماه و پس از قطع شاخه‌های رویشی و سپس در خردادماه با توجه به رشد مجدد این شاخه‌ها، ثبت صورت گرفت و در نهایت تعداد کل یادداشت شد. برای اندازه‌گیری طول شاخه‌ها، طول سه شاخه را با متر نواری اندازه گرفته و سپس میانگین یادداشت شد. جهت تعیین وزن تر شاخه از سه شاخه رویشی به تصادف استفاده نموده و وزن آن‌ها را با ترازوی دیجیتال آزمایشگاهی (مارک A&D مدل FX-300 GD ساخت ژاپن با دقت یک‌هزارم گرم) اندازه گرفته و سپس میانگین وزن‌ها ثبت شد. جهت اندازه‌گیری مساحت برگ‌ها، برگ‌های کاملاً توسعه‌یافته از گیاه جدا شده و با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. به‌نحوی‌که پنج برگ را در کنار هم قرار داره و طول و عرض آن‌ها یادداشت و سپس با استفاده از فرمول تعیین مساحت بیضی، مساحت برگ‌ها محاسبه شد. برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک برگ پنج برگ از هر تیمار استفاده شد. پس از وزن این برگ‌ها، جهت اندازه‌گیری وزن خشک آن‌ها را در آون و دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده و وزن خشک آن‌ها نیز ثبت شد. برای اندازه‌گیری شاخص سبزینگی از دستگاه اسپد مدل (SPAD 502 Plus

Chlorophyll Meter) استفاده شد. جهت این کار در هر گلدان برگ‌های سه شاخه رویشی موردبررسی قرار گرفت و میانگین اعداد یادداشت شد.

۲. ۳. اندازه‌گیری صفات زایشی

صفات مرتبط با شاخه‌های گل‌دهنده (فلوریکین) شامل تعداد شاخه‌های گل‌دهنده، تعداد میوه در شاخه‌های گل‌دهنده، اندازه گل (طول تقسیم بر عرض گل)، عملکرد کل، طول و عرض میوه، مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون محاسبه شد. طول و عرض میوه‌ها را با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. بدین صورت که طول و عرض پنج میوه را اندازه گرفته و به‌صورت میانگین یادداشت شد.

مواد جامد محلول کل با رفرکتومتر 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 آب میوه را با ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده و سپس عمل تیتراسیون انجام گرفت تا pH عصاره به ۸/۲ برسد و رنگ آن تیره شود. مقدار سود مصرفی را ثبت نموده و سپس میزان اسید برحسب گرم اسید سیتریک (اکی‌والان برابر ۰/۰٦٤۰٤) در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه بیان شد (Rana & Singh, 1992).

داده‌های به‌دست‌آمده بعد از وارد شدن در اکسل با نرم‌افزار SAS نسخه 9.1 تجزیه واریانس شده و درنهایت از طریق آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد مقایسه میانگین‌ها انجام شد. همبستگی صفات نیز با استفاده از نرم‌افزار اکسل محاسبه شد.

۳. نتایج

۳. ۱. عناصر غذایی برگ

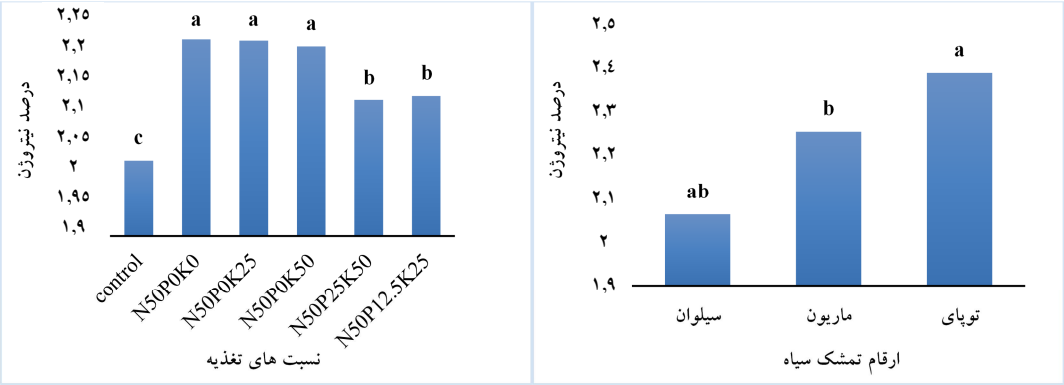
نتایج جدول (۳) تجزیه واریانس آنالیز عناصر برگ تمشک سیاه نشان داد که هرچند اثرمتقابل رقم و تغذیه بر غلظت عناصر غذایی معنی‌دار نبوده است، اما اثر فاکتور رقم و تغذیه به‌تنهایی بر میزان نیتروژن و پتاسیم، در سطح احتمال ۵ درصد اثر معنی‌دار داشته است.

جدول ۳. تجزیه واریانس نسبت تغذیه‌ای برگ در تمشک سیاه خاردار

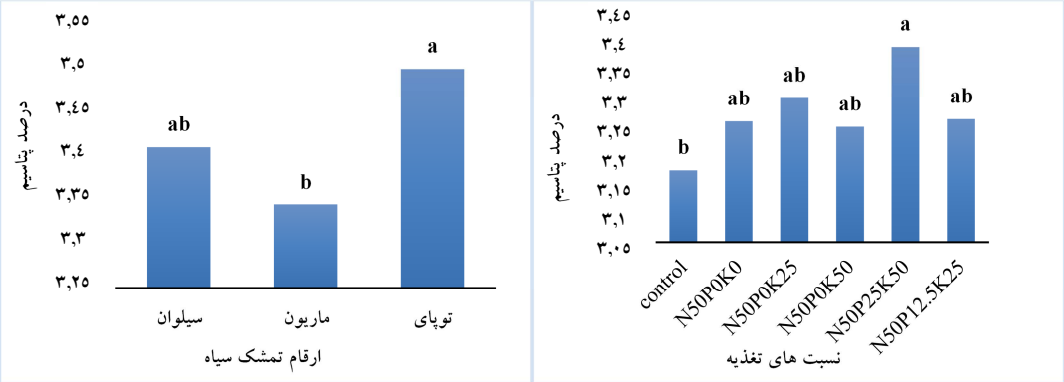
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		نیتروژن	فسفر	پتاسیم
رقم	۲	۰/۳۰۲*	۰/۰۰۲ns	۰/٤۸۹*
تغذیه	۵	۰/۰۵۹*	۰/۰۰۰٦ns	۰/٤۷۰*
اثر متقابل	۱۰	۰/۰۳٦Ns	۰/۰۰۰۸ns	۰/۰۸۰Ns
خطا	۳٦	۰/۱۱۵	۰/۰۰۱	۰/۰٤۱
ضریب تغییرات		۱۵/٤۷	۱۷/۹٦	٦/۲۲

ns، * و **به‌ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

نتایج بررسی غلظت نیتروژن برگ نشان داد که میزان این عنصر در برگ تمشک سیاه از رقم زودرس به دیررس (با افزایش طول دوره رسیدن میوه) افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار نیتروژن در برگ رقم دیررس و کم‌ترین مقدار نیز در رقم زودرس مشاهده شد. هم‌چنین بررسی اثر نسبت‌های مختلف NPK بر نیتروژن برگ نشان داد که تمامی تیمارهای تغذیه‌ای موجب افزایش معنی‌دار نیتروزن برگ نسبت به شاهد شدند (شکل ۱). در بین تیمارهای تغذیه‌ای، سه تیماری که فاقد فسفر بودند یعنی نیتروژن ۵۰ کیلوگرم درهکتار (N50P0K0)، نیتروژن و پتاسیم ۵۰ کیلوگرم در هکتار (N50P0K50) و هم‌چنین نیتروژن ۵۰ و پتاسیم ۲۵ کیلوگرم بر هکتار (N50P0K25)، میزان نیتروژن برگ بیش‌تری نسبت به تیمارهای حاوی فسفر داشتند (شکل ۱).



شکل ۱. اثر رقم و نسبت‌های مختلف NPK بر درصد نیتروژن برگ تمشک سیاه



شکل ۲. اثر رقم و نسبت‌های مختلف NPK بر درصد پتاسیم برگ تمشک سیاه

بررسی میزان پتاسیم در برگ سه رقم تمشک سیاه نیز نشان داد که بیش‌ترین غلظت پتاسیم در رقم دیررس ثبت شد که تفاوت معنی‌داری با رقم زودرس نداشت، اما نسبت به رقم میان‌رس بیش‌تر بود (شکل ۲). اثر تغذیه بر میزان پتاسیم برگ نشان داد کم‌ترین میزان پتاسیم در شاهد به‌دست آمد و با افزوده‌شدن عناصر و نسبت آن‌ها بر میزان پتاسیم برگ افزوده شد تا این‌که حداکثر میزان پتاسیم برگ در تیمار نیتروژن و پتاسیم ۵۰ و فسفر ۲۵ کیلوگرم در هکتار (N50P25K50) حاصل شد که به‌طور معنی‌داری از شاهد بهتر بود (شکل ۲).

۳. ۲. نتایج صفات رویشی

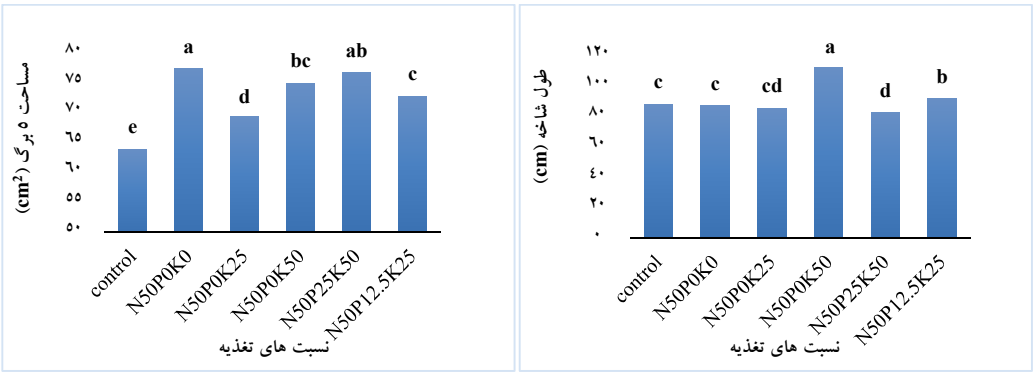
نتایج بررسی جدول (٤) تجزیه واریانس نشان داد اثر ساده تغذیه بر طول شاخه، مساحت پنج برگ و شاخص کلروفیل و هم‌چنین اثر متقابل رقم و تغذیه در صفات قطر شاخه، تعداد پاجوش، وزن تر شاخه و وزن تر و خشک پنج برگ معنی‌دار شده است.

بیش‌ترین طول شاخه و شاخص سبزینگی در تیمار N50P0K25 دیده شد. درحالی‌که از نظر مساحت برگ، N50P0K0 برتر بود، اما اختلاف معنی‌داری با تیمار N50P25K50 نداشت (شکل‌های ۳ و ٤). از نظر افزایش قطر شاخه، پاسخ گیاه به نسبت عناصر غذایی در ارقام مختلف متفاوت بود، به‌طوری‌که بیش‌ترین قطر شاخه در رقم زودرس در تیمار N50P0K25 ثبت شد اما در رقم میان‌رس و دیررس به‌ترتیب در تیمارهای N50P25K50 و N50P0K50 بیش‌ترین قطر شاخه حاصل شد (جدول ۵).

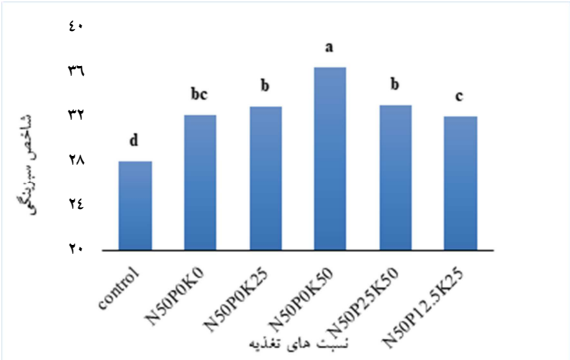
جدول ٤. تجزیه واریانس تأثیر نسبت‌های تغذیه‌ای بر صفات شاخه‌های رویشی (پریموکین) سه رقم تمشک سیاه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		طول میانگره	قطر شاخه	تعداد پاجوش	طول شاخه	وزن تر شاخه	مساحت پنج برگ	وزن تر پنج برگ	وزن خشک پنج برگ	شاخص سبزینگی
رقم	۲	۹,۰۲۷**	٤,۹۱**	۱,۷۹٦**	۸۷۷۳,٤ ns	۲۰۲۸,۸٤**	۱,۰۱ ns	۱,۵۲۱**	۰,۲۱**	۰,۰۳۳ns
تغذیه	۵	۷,٤٤٦**	۰,۹٤**	۱,٤۸۵**	۱۲۲۸,۳٦**	۲۲۲,۰۳**	۱۲۳۷,۷۱**	۰,٦۲۸*	۰,۰۹۲*	۹۳,۵۷**
اثر متقابل	۱۰	۷,٤۰۲**	۱,۷۵**	۱,۰٤۰**	۱۸۸۲,۲۰ns	٤۰٦,۲۱**	۵۳,٦۳ ns	۰,۸۹٦*	۰,۱۲٦*	۰,٦۱۷ns
خطا	۳٦	۲,٤٤	۰,٤٤۱	۰,۲۹	٤٦۲,٦	۱۰۱,۹	٦۲,۱۷	۰,۱۲۹	۰,۰۱۸	۸,۳۹
ضریب تغییرات		۲۰,۱۵	۱۲,۸۹	۱٤/۲۳	۲٤,۱۰	۲۱/۳۵	۱۱,۰۵	۱٤,۲۷	۱٤,۱۲	۸,۹۳

ns ، * و **به‌ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.



شکل ۳. اثر نسبت‌های مختلف NPK بر مساحت پنج برگ (راست) و طول شاخه (چپ) در شاخه‌های پریموکین تمشک سیاه



شکل ٤. اثر نسبت‌های مختلف NPK بر مساحت شاخص سبزینگی در شاخه‌های پریموکین تمشک سیاه

بنابر نتایج رقم زودرس بیش‌ترین تعداد پاجوش را در نسبت N50P0K25 به میزان ٤/٦ نشان داد، اما این شاخص برای رقم دیررس N50P25K50 و N50P12.5K25 بوده است (جدول ۵). تعداد پاجوش در هر بوته رقم میان‌رس در تمامی تیمارهای تغذیه‌ای به‌جز N50P0K0 دارای برتری نسبت به شاهد بوده است (جدول ۵).

پاسخ گیاه تمشک به نسبت‌های مختلف عناصر غذایی از نظر وزن تر شاخه در ارقام مختلف روند متفاوتی را نشان داد. بیش‌ترین وزن تر شاخساره در رقم دیررس و در دو تیمار N50P0K0 و N50P0K50 دیده شد (جدول ۵).

اثر نسبت‌های مختلف کودی بر وزن تر و خشک برگ ارقام مختلف تمشک اثر متفاوتی داشت. به‌طوری‌که تغذیه با نیتروژن یعنی تیمار N50P0K0 منجر به کم‌ترین وزن تر و خشک برگ در رقم زودرس شد و افزودن پتاسیم این کاهش را برطرف نمود (جدول ۳). در رقم میان‌رس بیش‌ترین مقدار وزن تر و خشک برگ در تیمار N50P25K50 دیده شد که به‌طور معنی‌داری از تمامی تیمارهای دیگر برتر بوده است (جدول۵). در رقم دیررس متناسب با افزودن عناصر در نسبت کودی مقدار وزن تر برگ به‌تدریج افزایش یافت و در N50P0K25 بیش‌ترین وزن برگ را نشان داد، درحالی‌که پس از آن وزن تر کاهش یافت تا در N50P12.5K25 به کم‌ترین مقدار خود رسید (جدول۵).

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات شاخه‌های رویشی

ارقام	تیمار	قطر شاخه (mm)	تعداد پاجوش (num)	وزن تر شاخه (g)	وزن تر پنج برگ (g)	وزن خشک پنج برگ (g)
سیلوان	شاهد	٤/٣h	٣/٦٦٦bc	٢٤/٤٦٧h	٢/٥e	٠/٩٤٩de
	N50P0K0	٤/٩٣٣f	٣/٣٣٣c	٢٣/٣٣٣h	١/٩٣٣j	٠/٧٣٤j
	N50P0K25	٥/٩٣٣b	٤/٦٦٦a	٣٥/٦d	٢/٢gh	٠/٨٥٢gh
	N50P0K50	٤/٧g	٣/٣٣٣c	٣٣/٦٦٧de	٢/٧٦٦cd	١/٠٥٠c
	N50P25K50	٥/٢٣٣de	٣/٣٣٣c	٢٨/٣g	٢/٣gf	٠/٨٧٤gh
	N50P12.5K25	٣/٤٦٦j	٣/٣٣٣c	١٢/٤٣٣j	٢ij	٠/٧٦ij
ماریون	شاهد	٥/١ef	٣/٣٣٣c	١٧/٤٦٧i	٢/١٣٣hi	٠/٨١٠hi
	N50P0K0	٥/٣de	٣/٦٦٦bc	٢٩/٢٣٣g	٢/٨cd	١/٠٦٣c
	N50P0K25	٥/٣de	٥a	٢٨/٤٣٣g	٢/١hi	٠/٨١١hi
	N50P0K50	٣/٨i	٤/٣٣٣ab	١٨/٢i	٢/٤٦٦e	٠/٩٣٦ef
	N50P25K50	٦/٣a	٤/٦٦٦a	٥١/٧٣٣b	٣/٤a	١/٢٩١a
	N50P12.5K25	٥/٤d	٤/٣٣٣ab	٣٢/٤٦٧ef	٢/٦٦٦d	١/٠١٢cd
توپای	شاهد	٥/٣ed	٣/٦٦٦bc	٤٧/٢c	٢/٣٦٦ef	٠/٨٩٩eg
	N50P0K0	٥/٤٣٣d	٣c	٥٦/١a	٢/٨٣٣c	١/٠٧٥c
	N50P0K25	٥/٣٣d	٣/٣٣٣c	٤٩/٧b	٣/١b	١/١٧٧b
	N50P0K50	٦/١٣٣ab	٣/٣٣٣c	٥٧/٥٣٣a	٣/١b	١/١٧٧b
	N50P25K50	٥/١ef	٤/٦٦٦a	٣٥/٦٦٧d	٢/٧cd	١/٠٢٥c
	N50P12.5K25	٥/٧c	٤/٦٦٦a	٣٠/٤٦٧fg	٢/٠٦٦ij	٠/٧٨٥ij

جدول ٦. تجزیه واریانس صفات شاخه‌های گل‌دهنده سه رقم تمشک سیاه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		تعداد شاخه گل‌دهنده	طول شاخه گل‌دهنده	اندازه گل	تعداد میوه در شاخه	عملکرد	طول میوه	عرض میوه	TSS	TA
رقم	٢	١٢/١٩**	١٧/٨ **	٠/٢٧٣**	١١/٩٧**	٥٧٤٣٧/٥**	٢٥**	١٥/٦٥**	٥٠/٦٠**	٠/٨٨ns
تغذیه	٥	٣٠/٩٨**	٢٤/٨٨**	٠/٠٠٦ns	٢/٧٥ **	١٠٥٢٥/٧*	١٦/٤٧**	٨/٧٨*	١١/٢٣**	٠/١٦١*
اثر متقابل	١٠	٢٥/٣١**	٢٣/٧٤**	٠/٠٠١ns	١/٨٢ **	١٠٧٥٠/٠٥**	٧/٥٠ ns	٤/٢٥ ns	٣/٢٠**	٠/٢٢**
خطا		٠/٢٩	١/٧٧	٠/١٧	٠/٤٠٧	٧٧٤/٤٨	٤/٢٩	٢/٩٤	٠/٦٠	٠/٥٥
ضریب تغییرات		١٢/٨٥	١٠/١٥	١٣/١٦	٢/١١	١١/١٠	٩/٥٣	٨/٩١	١٨/١٥	٢٢/٤٠

ns، * و **به‌ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ٥ و ١ درصد.

٣. ٣. نتایج صفات شاخه‌های گل‌دهنده

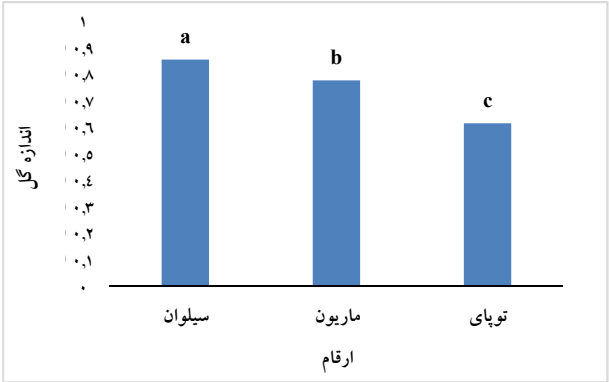
نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ٦) نشان داد که اثر متقابل رقم و تغذیه بر صفات تعداد میوه در شاخه، تعداد شاخه گل‌دهنده، طول شاخه گل‌دهنده، عملکرد، مواد جامد محلول میوه و اسیدیته کل میوه معنی‌دار شده است. اثر ساده رقم و تغذیه بر طول و عرض میوه معنی‌دار شد. هم‌چنین اندازه گل در ارقام مختلف تفاوت معنی‌دار داشته است.

نتایج بررسی اندازه گل، حاکی از تفاوت میان ارقام مختلف تمشک سیاه بود. به‌طوری‌که بیش‌ترین اندازه گل در رقم زودرس و کم‌ترین آن در رقم دیررس مشاهده شد (شکل ٥). کم‌ترین میانگین طول میوه در رقم میان‌رس حاصل شد که به‌طور معنی‌داری از دو رقم زودرس و دیررس کم‌تر بود ولی برای طول میوه ارقام دیررس و زودرس تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ٦). از تیمار N50P0K0 افزایش طول میوه آغاز و تا تیمار N50P25K50 که بیش‌ترین مقدار پتاسیم به‌همراه فسفر را داشت، ادامه یافت و در نهایت در تیمار N50P12.5K25 این مقدار تا حدودی کاهش یافت که در مقایسه با بهترین تیمار معنی‌دار نبوده است (شکل ٦). حداکثر مقدار عرض میوه در رقم زودرس به مقدار ٢٠/٠٦ میلی متر به‌دست آمد که با عرض میوه در تمشک سیاه دیررس تفاوت معنی‌داری نداشت. اثر تغذیه بر عرض میوه تمشک سیاه نشان داد که سطح پایین نیتروژن به تنهایی اثر معنی‌داری روی افزایش عرض میوه تمشک نسبت به شاهد داشت که اختلاف آن با دو تیمار N50P25K50 و N50P12.5K25 معنی‌دار نشد (شکل ٧).

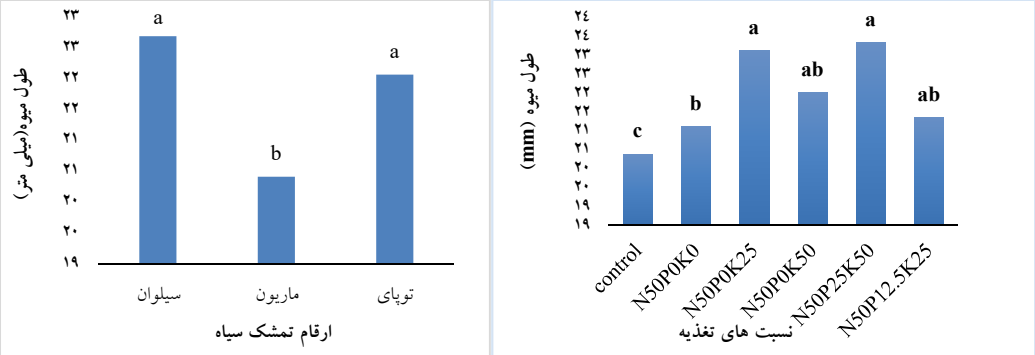
معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ٤). در رقم میان‌رس هر دو تیمار کودی فوق، بدون اختلاف معنی‌دار با هم، منجر به تولید بیش‌ترین تعداد میوه شدند، اما نسبت به تیمارهای مشابه در ارقام زودرس و میان‌رس تعداد میوه کم‌تری داشتند (جدول ٧).

تعداد شاخه‌های گل‌دهنده در تیمار N50P0K25 ارقام زودرس و میان‌رس به‌ترتیب با ١١/٥ و ١٢/٣ بیش‌ترین مقدار بود، اگرچه سایر تیمارهای تغذیه‌ای نیز نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ٧). هم‌چنین در رقم دیررس تیمار N اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت.

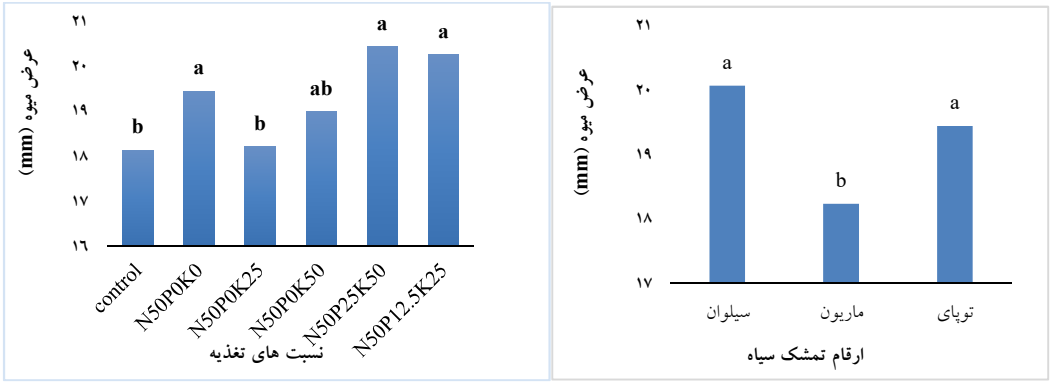
از نظر عملکرد بیش‌ترین عملکرد ثبت‌شده متعلق به رقم زودرس تیمار N50P0K25 بوده است که تعداد شاخه‌های گل‌دهنده و تعداد میوه بالاتری هم داشت و به‌طور معنی‌داری از تمامی تیمارهای دیگر برتر بوده است (جدول ٧).



شکل ۵. اثر رقم اندازه گل تمشک سیاه



شکل ٦. اثر رقم و نسبت‌های مختلفNPK بر طول میوه تمشک سیاه



شکل ۷. اثر رقم و نسبت‌های مختلفNPK بر عرض ۵ میوه تمشک سیاه

تعداد میوه در شاخه‌های بارده در تیمار N50P0K25 با میانگین ٤/٥ در رقم زودرس بیش‌ترین مقدار را نشان داده است، درحالی‌که در رقم دیررس تیمار N50P25K50 این نتیجه را به‌همراه داشت که از نظر آماری اختلاف برتری تیمار N50P0K25 در رقم زودرس می‌تواند اهمیت نیتروژن برای این رقم را روشن نماید. بهترین شرایط تغذیه ای برای ارقام میان‌رس و دیررس نیز به‌ترتیب به تیمارهای N50P0K25 و N50P12.5K25 بوده است (جدول ۷).

جدول ۷. مقایسه میانگین صفات شاخه‌های گل‌دهنده

ارقام	تیمار	میوه در شاخه	شاخه گل‌دهنده	طول شاخه گل‌دهنده	عملکرد	TSS	TA
		n	n	cm	g/b	%	%
سبلان	شاهد	۱/۸۳ef	۷c	۱۷/۲۶bc	۱۷۶/۴۶f	۹/۷۵ef	۰/۹۸de
	N50P0K0	۳/۵abc	۷/۳۳c	۱۲/۱۶j	۱۸۷/۵۶f	۱۰/۳۳de	۰/۹۶de
	N50P0K25	۴/۵a	۱۱/۵a	۱۶de	۳۹۳/۱a	۱۲/۹a	۰/۹۷cde
	N50P0K50	۲def	۳/۵gf	۱۲/۵j	۲۶۰/۰۱cd	۱۰/۴de	۰/۹۷cde
	N50P25K50	۲/۶۶cde	۵/۳۳d	۲۰/۲۵a	۳۵۴/۳۴b	۱۰/۴۶de	۰/۹۴def
	N50P12.5K25	۴ab	۵d	۲۱/۲۶a	۲۴۲/۹۲de	۷/۷۳hi	۱/۰۱ab
مارمعر	شاهد	۱/۵f	۲/۶۶gf	۱۳/۳hi	۱۶۰/۹۷f	۱۱/۹bc	۰/۹۵def
	N50P0K0	۱/۳۳f	۲/۳۳g	۱۴/۰۱hi	۱۶۷/۲f	۷/۹hi	۰/۹۴def
	N50P0K25	۳/۱۶bc	۱۲/۳۳a	۱۳/۰۱ij	۲۴۴/۳۶d	۱۱/۳۶bc	۰/۹۸de
	N50P0K50	۱/۳۳f	۵d	۱۵/۹۵ed	۱۸۶/۰۴f	۹/۴f	۰/۹۷cde
	N50P25K50	۲/۹۳cd	۳/۶۶ef	۲۰/۳۳a	۱۹۸/۰۵ef	۱۱/۹ab	۰/۹۶ef
	N50P12.5K25	۱/۶۶ef	۴/۳۳de	۱۸b	۱۷۰/۰۷f	۱۰/۹cd	۰/۹۸de
عباسی	شاهد	۳/۱۶bc	۳/۳۳gf	۱۳/۲۳hi	۲۶۸/۴۶cd	۶/۹۵ij	۰/۹۲f
	N50P0K0	۳bcd	۳/۶۶ef	۱۳/۵۶hi	۲۷۵/۲۲cd	۷/۴i	۱/۰۵a
	N50P0K25	۳/۵abc	۳/۵۳gf	۱۵/۰۳de	۲۸۶/۱۲cd	۸/۷g	۰/۹۵def
	N50P0K50	۳/۵abc	۵d	۱۶/۱۵cd	۲۹۴/۴۱c	۷/۸۶hi	۱/۰۰۵b
	N50P25K50	۴/۳۳a	۷/۶۶c	۱۵de	۳۵۶/۹۶b	۶/۰۳j	۱/۰۰۸b
	N50P12.5K25	۴ab	۹b	۱۴/۵۸eh	۳۰۲/۲۹c	۹/۰۵fg	۰/۹۷cde

نتایج نشان داد که مواد جامد محلول در رقم زودرس با شروع کوددهی با افزایش همراه بود، به‌طوری‌که در تیمار ذکر شده بیش‌ترین مقدار مواد جامد محلول به میزان ۱۲/۹ درصد در تیمار N50P0K50 به‌دست آمد (جدول ۷). در مجموع میزان TSS در رقم دیررس کم‌تر از رقم زودرس و میان‌رس بود و بهترین تیمار تغذیه‌ای جهت افزایش TSS در رقم دیررس نیز مربوط به N50P0K25 بود (جدول ٤). تیمارهای تغذیه‌ای در رقم میان‌رس نتوانستند تأثیر مثبت زیادی بر جای بگذارند و افزایش معنی‌دار TSS را نسبت به شاهد فراهم کنند (جدول ۷).

بررسی میزان اسیدیته کل نشان داد که در رقم زودرس در تیمار N50P12.5K25 بیش‌ترین مقدار این صفت به‌دست آمد و در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در رقم میان‌رس نیز بین تیمارهای موجود تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در رقم دیررس اما با اضافه‌شدن نیتروژن اولیه بیش‌ترین مقدار اسیدیته کل (۱/۰۵ درصد) به‌دست آمد که از تمامی تیمارها در هر سه رقم به‌جز تیمار N50P12.5K25 رقم زودرس، به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود (جدول ۷).

بنابر نتایج واکنش عملکرد ارقام زودرس و میان‌رس به دریافت نسبت‌های کودی مختلف مشابه بوده و عملکرد این ارقام به تدریج با افزودن عناصر و نسبت آن‌ها افزایش یافت و در N50P0K25 به حداکثر عملکرد خود رسیدند و پس از آن از میزان عملکرد با وجود افزوده‌شدن فسفر به نسبت غذایی کاسته شد. هرچند رقم زودرس با ۳۹۳/۱ گرم محصول در شاخه از اختلاف معنی‌داری با رقم میان‌رس ۲٤٤/۳ گرم در بوته در همین نسبت غذایی برخوردار بود. این افزایش عملکرد در رقم دیررس نیز از روندی مشابه برخوردار بود، با این تفاوت که حداکثر عملکرد در این رقم در نسبت کودی N50P25K50 به میزان ۳۵٦/۹ گرم در شاخه به‌دست آمد.

جدول ۸ همبستگی صفات مورد بررسی در ارقام تمشک سیاه

	P%	K%	طول میانگره	قطر شاخه	تعداد پاجوش	طول شاخه	وزن تر شاخه	مساحت پنج برگ	وزن تر ۵ برگ	وزن خشک ۵ برگ	شاخص کلروفیل	طول گل دهنده	طول میوه	عرض میوه	تعداد میوه شاخه	شاخه گل‌دهنده	اندازه گل	عملکرد gr/a	TSS	T.A
%N	۰/۰۵۹	-/۱۰۵	-/۱۰۳	-/۱۰۳	-/۱٤٦	-/۰۸۷	/۰۷۵	-/۱۵۲	/۰۸٤	/۰۸۳	/۱٤٦	-/۰٦۲	/۰۸۷	/۱۱۰	-/۰۲۳	-/۰۹۹	-/۰۳۷	/۱۱۸	-/۱۵٦	-/۱۱۰
%P	۱	/۲۱٤	/۱۷۲	-/۰٤۵	-/۰۲۱	-/۰٦۹	-/۱٤۷	/۱۵۰	-/۰۲۰	-/۰۱۲	-/۱۱۰	/۱۹۱	/۱۱۲	/۱۱٦	/۰۱۰	-/۱۰۳	/۲۳٤	/۰۰۰	/۲۰۷	-/۰۸٦
%K	۱	/۰۸۲	/۰۳۳	-/٤۵۱ **	/۰۳٤	-/۳٤۵ *	-/۳٤۸**	-/۱۳۲	-/۳٤۸**	-/۳٤۵ *	-/۰۸۲	/۱۳۸	/۰۹۷	/۰۰۳	-/۰٦۷	-/۰۹۳	/۰٦۱	/۵۳۱ **	-/۱۳۳	/۲۹۹ *	-/۱۲۹
طول گل‌دهنده	-/۰۸۱	/۲۵۷	/۷۸۹ **	/۷۰۵ **	/۳۲۳ *	/۲۹۰ *	-/۰٦۷	/۴۰۸ **	/۴۱۹ **	-/۰٦۲	/۰۸۵	/۳۷۲ **	/۰٤۹	-/۰۰۱	/۱۳۰	/۰٦۹	/۳۱٦ *	/۲۱٦	/۰۵۰٦**	-/۱۲۹
تعداد میوه در شاخه	/۲۷۱ *	/۰۱٤	/۸۳۱ **	/۲۷۷ *	/۱٤۷	/۰۲۷	/۵۲۷ **	/۷۱۹ **	/۷۲٤ **	/۱٦۱	/۰۰٦	-/۱۱۷	-/۱۱٤	-/۱٦۸	/۰۸۲	/۵۳۳ **	/۱۰۱	/۱۷۱	-/۱۵٦	۵/۱۳۹
تعداد شاخه گل‌دهنده	۱	/۰۱٤	/۳٤۹ **	/۲۷۷ *	۱	/۵۲۷ **	/۷۱۹ **	/۷۲٤ **	/۵٤۱ **	/۱۰٤	-/۳۷۱ **	-/۲٦۳	/۰۵۳	/۰۸۱	/۱۸۸	/۱۷۵	-/۱۹٦	-/۵۳۳*	-/٤۲۵**	/۰٦۷
ارتفاع گل	۱	/۰۲۷	/۳٤۹ **	/۳۲۳ *	/۲۹۰ *	/۴۰۸ **	/۴۱۹ **	/۱۹٦	/۰۳۸	/۱۹٦	/۰۰٦	-/۱۱۷	-/۱۱٤	-/۱٦۸	/۰۸۲	/۰٦۹	/۱۰۱	/۱۷۱	-/۱۵٦	۵/۱۳۹
عملکرد gr/a	۱	/۰۲۷	/۸۳۱ **	/۷۰۵ **	/۳۲۳ *	/۲۹۰ *	-/۰٦۷	/۴۰۸ **	/۴۱۹ **	-/۰٦۲	/۰۸۵	/۳۷۲ **	/۰٤۹	-/۰۰۱	-/۰۹۳	/۰٦۱	/۳۱٦ *	/۲۱٦	/۰۵۰٦**	-/۱۲۹
TSS	۱	/۰۱٤	/۷۸۹ **	-/۰۲۵۷	-/۰۱٤	-/۰۸۱	-/۰٦۷	/۴۰۸ **	/۴۱۹ **	-/۰٦۲	/۰۸۵	/۳۷۲ **	/۰٤۹	-/۰۰۱	-/۰۹۳	/۰٦۱	/۳۱٦ *	/۲۱٦	/۰۵۰٦**	-/۱۲۹
T.A	۱	-/۰۰۲	/۲۳۹	-/۱۵۳																

٤. بحث

٤. ١. عناصر برگ

بررسی‌ها نشان داد که میزان نیتروژن و پتاسیم در برگ ارقام مختلف و تیمارهای تغذیه‌ای تفاوت معنی‌داری داشته است. Roiloa *et al.* (2015) و Ahmad *et al.* (2014) بیان داشتند با افزایش غلظت نیتروژن و پتاسیم در بستر کشت، غلظت آن‌ها در برگ نیز افزایش می‌یابد. هم‌چنین ازآنجاکه غلظت هر دو عنصر نیتروژن و پتاسیم در رقم دیررس بیش‌تر از سایر ارقام بوده، به‌نظر می‌رسد رقم دیررس چون دوره فنولوژی طولانی‌تری دارد، دیرتر به سمت پیری رفته و غلظت عناصر در این رقم بیش‌تر است. در پژوهشی که به اثر کود نیتروژن در تمشک سیاه بی‌خار رقم "Chester" پرداخته شد، مشخص شد که نیتروژن اعمال‌شده به بستر به‌راحتی به بافت‌های گیاهی از جمله برگ‌ها منتقل می‌شود (Campos, 2014). هم‌چنین Strik & Bryla (2015) معتقدند که بر اثر کوددهی نیتروژن در بستر تمشک سیاه بدون خار Arapaho، موجب می‌شود تا غلظت نیتروژن در برگ بالاتر رود، که با پژوهش حاضر همخوانی دارد.

در این پژوهش میزان نیتروژن برگ در حدود ٢/٤–٢ درصد و غلظت پتاسیم در محدوده ٣/٤–٣/١ درصد مشاهده شد. نیتروژن کم‌تر از ٢ درصد در برگ‌های تمشک سیاه باعث اختلالات تغذیه‌ای می‌شود و گیاهان نمی‌توانند به‌طور مطلوب رشد کنند. در مقابل، غلظت نیتروژن برگ بیش‌تر از ٣ درصد نیز باعث رشد رویشی مفرط می‌شود (Campos, 2014). محدوده غلظت پتاسیم مناسب از ٠/٦ تا ٢/٥ درصد در برگ تمشک است. مقادیر پتاسیم کم‌تر از ٠/٦ درصد در برگ‌ها می‌تواند به معنی کیفیت کم میوه باشد و بیش از ٣ درصد می‌تواند عناصر Mg، Zn و N را در برگ‌ها کاهش دهد (Dar *et al.*, 2015). البته زیادی پتاسیم در خاک بستر نیز می‌تواند موجب این افزایش غلظت در برگ تمشک شده باشد. به‌نظر می‌رسد بوته‌های تمشک سیاه به عنصر پتاسیم تمایل زیادی داشته باشد، چراکه با توجه به میزان اولیه پتاسیم در خاک و هم‌چنین تغذیه پتاسیم، میزان پتاسیم در خاک کاهش و در برگ افزایش یافته است.

بیش‌ترین نسبت پتاسیم به نیتروژن (یعنی نسبت ١) در تیمارهای N50P0K50 و N50P25K50 وجود داشت. لذا انتظار می‌رفت این دو تیمار از نظر غلظت پتاسیم برگ حداکثر باشند، اما مشاهده شد که تنها تیمار N50P25K50 برتر بوده است که به نقش فسفر در جذب بیش‌تر پتاسیم اشاره دارد. میزان پتاسیم برگ با مواد اندازه گل همبستگی مثبت و معنی‌داری (r=٠/٥٣١) دارد (جدول ٨) که نشان از اهمیت عنصر پتاسیم در رشد زایشی گیاه تمشک دارد. هم‌چنین پتاسیم برگ با صفات بررسی‌شده از شاخه‌های رویشی از قبیل تعداد، وزن، طول و قطر شاخه و وزن تر و خشک برگ همبستگی منفی و معنی‌داری داشت که نشان می‌دهد (جدول ٨) با افزایش رشد گیاه غلظت پتاسیم رقیق می‌شود.

٤. ٢. صفات رویشی (شاخه Primocane)

هرچند اثر تیمارهای NPK در ارقام مختلف اثر متفاوتی نشان داد، اما به‌طورکلی نتایج بیانگر آن است که استفاده از نیتروژن و پتاسیم و البته در بعضی موارد فسفر اثر مثبتی بر رشد رویشی شاخه‌های پریموکین دارد. کاملاً مشخص است که تغذیه نیتروژنه به تنهایی موجب افزایش سطح برگ می‌شود، این در حالیست که نیتروژن اگر به‌همراه پتاسیم باشد (نسبت نیتروژن به پتاسیم برابر ٢) آنگاه رشد رویشی شاخه را افزایش می‌دهد و انرژی کم‌تر به سمت توسعه برگ می‌رود. راه دیگر برای کاهش رشد شاخه و افزایش سطح برگ آن است که نسبت نیتروژن به پتاسیم را یک در نظر گرفته و در عوض فسفر را هم به گیاه بدهیم. بررسی‌ها نشان داد که وزن تر و خشک اندام

هوایی و سطح برگ تحت تأثیر نسبت‌های مختلف NPK در گیاه توت‌فرنگی قرار گرفت. به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان در تیمار N160P100K190 به‌دست آمد (Mashayekhi & Tatari, 2017).

از نظر وزن تر و خشک برگ تمشک علاوه بر نیتروژن نیاز به عنصر پتاسیم نیز وجود دارد، به‌طوری‌که در رقم زودرس کم‌ترین وزن تر و خشک برگ مربوط به تغذیه نیتروژن (بدون فسفر و پتاسیم) بود. به‌طورکلی نیتروژن مؤثرترین عنصر موردنیاز برای افزایش رشد رویشی تمشک سیاه است، زیرا نیتروژن یکی از اجزای اصلی پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، چربی و برخی از هورمون‌ها در گیاهان است. نیتروژن در سنتز بعضی از آنزیم‌ها، کوآنزیم‌ها و گروه‌های پروتز (NAD^+، $NADP^+$ و FAD^+) دخیل است. بنابراین، سطح نیتروژن دارای اثر فوری در تقسیم سلولی و رشد در گیاهان است (Strik & Finn, 2011; Tian *et al*., 2011). مشخص شده است که کوددهی نیتروژن برای رشد مناسب شاخه‌های رویشی (پریموکین‌ها) در فصل رشد ضروری است (Strik, 2015). Kholedberin & Eslamzadeh (2005) نیز بیان داشتند که افزایش ازت موجب افزایش سطح برگ در بوته شد. در سطوح بالای نیتروژن به‌علت تولید بیش‌تر کلروفیل و افزایش میزان فتوسنتز، سطح برگ افزایش می‌یابد. نقش نیتروژن مشارکت در ساخت اندام‌های رویشی مثل برگ‌ها و شاخساره‌ها است. ازآنجاکه پتاسیم نقش مهمی در تنظیم پتانسیل اسمزی سلول‌ها دارد و بنابراین به‌عنوان فعال‌کننده بسیاری از آنزیم‌های دخیل در تنفس و فتوسنتز عمل می‌کند، لذا در رشد رویشی اثرگذار است (Castaño *et al*., 2008). به همین دلیل مصرف زیاد آن باعث تحریک رشد رویشی، افزایش سبزینگی برگ‌ها می‌شود. هنگام استفاده از نیتروژن و پتاسیم وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه توت‌فرنگی افزایش می‌یابد (Ganjehi & Golchin, 2011).

از نظر مقایسه ارقام، با توجه به زیادبودن پاجوش در رقم میان‌رس می‌توان گفت که این رقم تمایل زیادی به تولید پاجوش داشته و پتانسیل بالای آن از این نظر بیش از دو رقم دیگر است. بیش‌تربودن وزن تر شاخساره در رقم دیررس بیانگر آن است که این رقم به‌طور ژنتیکی بیوماس بیش‌تری را در شاخساره تجمع می‌دهد. قطر شاخه رویشی با طول، وزن تر، مساحت و وزن تر و خشک برگ رابطه مثبت و با اندازه گل رابطه منفی و معنی‌داری دارد. بدین معنی که با افزایش رشد رویشی، میزان رشد زایشی کاهش می‌یابد. مساحت برگ با وزن تر و خشک برگ رابطه مثبت و معنی‌دار دارد. وزن تر و خشک برگ با یکدیگر رابطه مثبت و با تعداد میوه در شاخه، تعداد شاخه گل‌دهنده و اندازه گل رابطه منفی و معنی‌داری دارد که می‌تواند رقابت رشد رویشی و زایشی را نشان دهد (جدول ۸).

٤. ۳. صفات زایشی

نتایج حاکی از آن بود که تغذیه بر طول میوه مؤثر بود به طوری‌که میوه تیمارهای مورداستفاده تا ٤ میلی‌متر بلندتر از تیمار شاهد بودند. در مورد عرض میوه باید گفت که این صفت کم‌تر تحت تأثیر پتاسیم و فسفر قرار گرفت، به‌طوری‌که تنها با تغذیه نیتروژنه نیز می‌توان به عرض مناسب میوه رسید. طول میوه با عملکرد کل همبستگی مثبت و معنی‌داری (r=۰/٦٥۳) دارد (جدول ۸).

طول شاخه گل‌دهنده در رقم زودرس و میان‌رس با تیمار N50P25K50 بلندتر از بقیه تیمارها بود، درحالی‌که در رقم دیررس تیمار N50P0K50 مطلوب‌تر بوده است (جدول۷). هم‌چنین نتایج در مجموع گویای آن است که تعداد میوه در رقم زودرس وابستگی کمی به فسفر دارد، درحالی‌که در رقم دیررس تغذیه فسفر اهمیت بیش‌تری پیدا می‌کند. لذا مشخص است که رقم دیررس برای رشد زایشی

مطلوب و عملکرد مناسب نیازمند تغذیه فسفره می‌باشد. به بیان دیگر دو رقم زودرس و میان‌رس با دریافت نسبت نیتروژن به پتاسیم۲ بیش‌ترین عملکرد را داشتند. در حالی‌که دریافت فسفر در کنار نیتروژن و پتاسیم منجر به بیش‌ترین عملکرد در رقم دیررس شد. مطالعات قبلی در مورد *Rubus* spp. نشان داد که نیتروژن و پتاسیم به‌طور مستقیم و فسفر به‌طور غیر مستقیم موجب افزایش عملکرد شده و کیفیت ریز میوه‌ها را افزایش می‌دهد (Ali, 2012).

Buskiene & Uselis (2008) بالاترین عملکرد در تمشک‌فرنگی رقم Polana در سطح بالایی از کوددهی با نیتروژن و پتاسیم (۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۱۸۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار) به‌دست آوردند. Moreno *et al.* (2019) با استفاده از مقادیر ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد بالایی از ارقام مختلف را نسبت به شاهد به‌دست آوردند. در این پژوهش نیز استفاده از نیتروژن و پتاسیم افزایش عملکرد را به‌همراه داشت.

Pereira *et al.* (2015) در مطالعه‌ای رشد رویشی، عملکرد و تغییرات غلظت مواد مغذی برگ شاخه‌های دوساله بارده دو رقم تمشک سیاه در سه فصل در جنوب برزیل در پاسخ به تیمارهای سالانه پتاسیم را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که برای افزایش عملکرد تمشک سیاه که نیاز به کود پتاسیم می‌باشد، که با پژوهش حاضر همخوانی دارد. پتاسیم در رشد و توسعه سلول‌های گیاهی، ایجاد تورژسانس سلولی، باز و بسته‌شدن روزنه‌ها، و سنتز انواع کربوهیدرات‌ها نقش دارد و از این‌رو تأثیر مهمی بر رشدونمو، عملکرد و کیفیت محصول دارد. فرایند توسعه و بزرگ‌شدن سلولی طی رشد گیاه متأثر از مقادیر پتاسیم موجود در گیاه است. در این مورد حتی رابطه بسیار نزدیکی بین پتاسیم و هورمون‌های مؤثر بر رشد در گیاه وجود دارد (Taiz & Zeiger, 2015). هم‌چنین *Sullivan et al.* (1945) اظهار داشتند که میزان افزایش کودهای پتاسیم اعمال شده در گیاه سبب افزایش عملکرد و پتاسیم برگ شده و هم‌چنین ریشه‌ها بیش‌تر و قوی‌تر و میوه‌ها بزرگ‌تر می‌شوند.

۵. نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، نتایج نشان داد که استفاده از عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر رشد رویشی شاخه سال جاری (Primocane) وباردهی شاخه سال قبل (Floricane) تمشک سیاه اثر مثبت داشته است. کاربرد این عناصر منجر به افزایش عملکرد شده است. به‌طوری‌که در صفات شاخه‌های پریموکین نتایج حاکی از آن بود که تیمار N50P12.5K25 کم‌ترین اثر را بر صفات ارزیابی شده داشت، اما در مقابل تیمار N50P25K50 بیش‌ترین رشد رویشی شامل رشد شاخه و برگ را نشان داد. بیش‌ترین تعداد میوه در شاخه و عملکرد در تیمار N50P0K25 در رقم زودرس حاصل شد. به‌طورکلی، اثر N50P0K25 در رقم زودرس و میان‌رس نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب افزایش ٤٤ و ٦٥ درصدی عملکرد را نشان داده است. هم‌چنین در رقم دیررس تیمار N50P25K50 افزایش ۷۵ درصدی عملکرد نسبت به تیمار شاهد حاصل شد. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده به‌نظر می‌رسد نهال تمشک در سال اول و برای رشد رویشی نیاز به تیمارهای نیتروژنه دارد. این گیاه در سال دوم جهت تولید محصول علاوه بر نیتروژن به پتاسیم و فسفر نیز نیاز دارد. هم‌چنین جمع‌بندی نتایج نشان می‌دهد که عملکرد در رقم زودرس وابستگی کمی به فسفر دارد، اما در رقم دیررس تغذیه فسفر می‌تواند برای رشد زایشی مطلوب، مهم باشد.

٦. تشکر و قدردانی

از پژوهشکده زیست‌فناوری طبرستان بابت در اختیار قراردادن گلخانه محل انجام پژوهش تقدیر به‌عمل می‌آید.

۷. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۸. منابع

Ahmad, H., Sajid, M., Ullah, R., Hayat, S., & Shahab, M. (2014). Dose optimization of potassium (K) for yield and quality increment of strawberry (Fragaria× ananassa Duch) Chandler. *Journal of Experimental Agriculture International*, 1526-1535.

Ahmad, H., Sajjid, M., Hayat, S., Ullah, R., Ali, M., Jamal, A., Rahman, A., Aman, Z., & Ali, J. (2017). Growth, Yield and Fruit Quality of Strawberry (*Frageria ananasa* Dutch) under Different Phosphorus Levels. *Research in Agriculture*, *2*(2), p.19.

Ahmad, S., Ahmad, R., Ashraf, M.Y., Ashraf, M., & Waraich, E.A. (2009). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. *Pakistan Journal of Botany*, *41*(2), 647-654.

Ali, L. (2012). Pre-harvest factors affecting quality and shelf-life in raspberries and blackberries (*Rubus spp*. L.). Diss. (sammanfattning/summary) Alnarp, Sweden: Sveriges lantbruksuniv, *Acta Universitatis agriculturae Sueciae*, pp 58.

Buskiene, L., & Uselis, N. (2008). The influence of nitrogen and potassium fertilizers on the growth and yield of raspberries cv. 'Polana'. *Agronomical Research*, *6*(1), 27-35.

Campos, J.C.R.(2014). Primocane-fruiting blackberry: Optimum n-fertilization. University of Arkansas.

Carter, P.M., Clark J.R., Drake Particka C., & Yazzetti Crowne D. (2006). Chilling response of Arkansas blackberry cultivars. *Journal of the American Pomological Society*, *60*(4),187-197.

Castaño C.A.M., Morales L.C.S., & Obando M.F.H. (2008). Evaluation of the nutritional deficiencies in the blackberry crop (*Rubus glaucus*) in controlled conditions for low mountainous forest. *Agronomía*, 167-588.

Chapman, H. D., & Pratt P. F. (1962). Methods of analysis for soils, plants and waters. *Soil Science*. *93*(1), p.68.

Dar, M. A., Wani, J. A., Raina, S. K., Bhat, M. Y., & Malik, M. A. (2015). Relationship of leaf nutrient content with fruit yield and quality of pear. *Journal of Environmental Biology*, *36*(3), 649.

Pereira dos Santos, I., Picolotto L., Gonçalves M.A., Vignolo G.K., & Antunes L.E.C. (2015). Potassium fertilization affects floricane mineral nutrient content, growth, and yield of blackberry grown in Brazil. *HortScience, 50(8)*, 1234-1240.

Elmer, P., & Conn N. (1982). *Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry*. Perkin Elmer, Norwalk, *CT*.

Frias-Moreno, M. N., Olivas-Orozco, G. I., Gonzalez-Aguilar, G. A., Benitez-Enriquez, Y. E., Paredes-Alonso, A., Jacobo-Cuellar, J. L.,..., & Parra-Quezada, R. A. (2019). Yield, quality and phytochemicals of organic and conventional raspberry cultivated in Chihuahua, Mexico. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, *47*(2), 522-530.

Ganjehi, B., & Golchin A. (2011). The effect of different levels of nitrogen, potassium and magnesium on yield and growth indices of strawberry in hydroponic culture medium. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*.*2*(8),71-80. (In Persian)

Harkins, R.H., Strik B.C., & Bryla D.R. (2014). Weed management practices for organic production of trailing blackberry: II. Accumulation and loss of biomass and nutrients. *HortScience*, *49*, 35-43.

Kholedberin, B., & Eslamzadeh T. (2005). *Mineral nutrition of excellent plants* (Translation). Shiraz University Press, Iran. 259p. (In Persian)

Krawiec, P. (2015). Efficiency of some raspberry fertilization programs. In XI *International Rubus and Ribes Symposium, 1133*, 305-310.

Kumar, T. S., Swaminathan V., & Kumar, S. (2009). Influence of nitrogen, phosphorus and biofertilizers on growth, yield and essential oil constituents in ratoon crop of davana (*Artemisia pallens* Wall.). *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, *8*(2), 86-95.

Mashayekhi, P., & Tatari, M. (2017). The effect of different concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium on some quantitative and qualitative characteristics of strawberry in hydroponic culture. *Iranian Journal of Soil Research* (*Soil and Water Sciences*), *30*(4), 391-402. (In Persian).

Milošević, T., Glišić, I.P., Glišić I.S., & Milošević, N.T. (2018). Cane properties, yield, berry quality attributes and leaf nutrient composition of blackberry as affected by different fertilization regimes. *Scientia Horticulturae. 227*, 48-56.

Rana, G.S., & Singh, K. (1992). Storage life of sweet orange fruits as influenced by Fungicides, oil emulsion and packages practices. *Crop Research*, *5*, 150-155.

Roiloa, S. R., Antelo, B., & Retuerto, R. (2014). Physiological integration modifies $\delta^{15}N$ in the clonal plant *Fragaria vesca*, suggesting preferential transport of nitrogen to water-stressed offspring. *Annals of Botany*, *114*(2), 399-411.

Rom, C.R., Garcia, M.E., Johnson, D.T., Popp, J., F riedrich, H., & McAfee, J. (2010). High tunnel production of organic blackberries and raspberries in Arkansas. *Acta Horticulturae*, *873*, 269-276.

Segantini, D.M., Threlfall, R., Clark, J., Howard, L., & Brown miller, C. (2018). Physiochemical changes in floricane and primocane blackberries harvested from primocane genotypes. *HortScience, 53*(1), 9-15.

Smith, L. M. (2018). Aiding Growers' Decisions: Describing Arkansas Blackberry Growers' Resources and Needs Regarding Blackberry Production. *Theses and Dissertations* Retrieved from https://scholarworks.uark.edu/etd/2921

Strik, B. C. (2015). Seasonal variation in mineral nutrient content of primocane-fruiting blackberry leaves. *HortScience*, *50*(4), 540-545.

Strik, B. C., & Bryla, D. R. (2015). Uptake and partitioning of nutrients in blackberry and raspberry and evaluating plant nutrient status for accurate assessment of fertilizer requirements. *HortTechnology*, *25*(4), 452-459.

Strik, B. C., & Finn, C. E. (2011). Blackberry production systems-a worldwide perspective. In *X International Rubus and Ribes Symposium, 946* (pp. 341-347).

Sullivan, D. M., Bryla, D. R., & Costello, R. C. (2014). Chemical characteristics of custom compost for highbush blueberry. In *Applied manure and nutrient chemistry for sustainable agriculture and environment* (pp. 293-311). Springer, Dordrecht.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). Plant physiology and development.

Tian, J., Guo, S. R., Sun, J., Wang, L. P., Yang, Y. J., & LI, B. (2011). Effects of exogenous spermidine on nitrogen metabolism of cucumber seedlings under high temperature stress. *Chinese Journal of Ecology*, *30*(10), 2197-2202.