نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و هفتم، شماره چهارم، ۱۳۹۹
۱۹-۳۵
http://jopp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jopp.2020.16422.2496

اثر نسبت‌های مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر خواص پاداکسایشی میوه ارقام تمشک سیاه در گلخانه

امیرعلی محمدی[۱]، *مهدی حدادی‌نژاد[۲]، حسین صادقی[۳] و کامران قاسمی[۲]

[۱]دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران،
[۲]استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران،
[۳]دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۲۵

چکیده

سابقه و هدف: تمشک‌های سیاه (*Rubus fruticosis* aggr.) با بیش از ۷۰۰ گونه از جمله میوه‌های ریز بومی سراسر جهان و ایران هستند. علاوه بر نمونه‌های وحشی موجود در طبیعت، ارقام خاردار و بدون‌خار اصلاح‌شده آن نیز به‌طور عمده در استان‌های جنوبی دریای خزر کشت و کار می‌شوند. استفاده از کودهای شیمیایی سریع‌ترین روش جبران کمبود عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان است. بررسی‌های قبلی نشان می دهد که استفاده از NPK تغییرات مثبتی را در طول شاخه‌های رویشی، تعداد و طول جوانه‌های جانبی و تعداد گل‌آذین تمشک سیاه و به‌طورکلی اجزای عملکرد هم‌چنین خواص پاداکسایشی به وجود می‌آورد. هدف از این پژوهش، بررسی اثرات نسبت‌های مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر سه رقم تمشک سیاه خاردار بود.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌صورت گلدانی و با بستر خاکی در گلخانه انجام شد. عامل اول رقم دارای سه سطح زودرس (سیلوان)، میان‌رس (ماریون) و دیررس (توپای) و عامل دوم تغذیه در شش نسبت نیتروژن، فسفر و پتاسیم (به‌ترتیب شامل $N_0P_0K_0$، $N_{50}P_0K_0$، $N_{50}P_0K_{25}$، $N_{50}P_0K_{50}$، $N_{50}P_{25}K_{50}$ و $N_{50}P_{12.5}K_{25}$ کیلوگرم در هکتار) بود که با سه تکرار انجام شد. صفات مورد بررسی در این پژوهش شامل اندازه‌گیری صفات کمی میوه شامل وزن، طول و قطر و نسبت آن (اندازه)، صفات کیفی میوه شامل موادجامد محلول کل (TSS) و اسید قابل تیتراسیون، صفات شفتچه شامل وزن و درصد ماده، تعداد و وزن بذر و خواص پاداکسایشی عصاره (برآورد فعالیت پاداکسایندگی به روش DPPH، فنل، فلاونوئید و ویتامین ث) بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد در رقم زودرس بیش‌ترین وزن میوه، TSS و وزن خشک بذر پنج میوه به‌ترتیب ۷/۸ گرم، ۱۲/۹ درصد و ۰/۵۹۸ گرم و در رقم دیررس بیش‌ترین وزن تر و خشک بذر پنج میوه به‌میزان ۲/۵۲۸ و ۰/۶۰۷ گرم در تیمار $N_{50}P_0K_{25}$ حاصل شد. بیش‌ترین میزان اسیدیته کل در رقم دیررس و تیمار $N_{50}P_0K_0$ مشاهده شد. بالاترین وزن شفتچه، بیش‌ترین درصد ماده شفتچه در ارقام زودرس و میان‌رس و تیمار $N_{50}P_0K_{25}$ و بیش‌ترین میزان آنتوسیانین در همین تیمار و ارقام میان‌رس و دیررس به‌دست آمد. درصد مهار اکسیدانی و مقدار فنل نیز نشان داد که در رقم دیررس این صفات بیش‌تر از سایر ارقام بود. بیش‌ترین میزان ویتامین ث در تیمار $N_{50}P_{25}K_{50}$ مشاهده گردید و از این سطح به بعد افزایش غلظت کودهای معدنی اثر منفی بر مقدار این صفت و سایر صفات فیتوشیمیایی مانند آنتوسیانین داشت.

* مسئول مکاتبه: m.hadadinejad@sanru.ac.ir

نتیجه‌گیری: در صفات مرتبط با اندازه میوه و رشد زایشی مطلوب رقم زودرس دارای برتری معنی‌داری نسبت به دو رقم دیگر بود. اگرچه ارزش غذایی (خواص پاد اکسایشی) رقم دیررس بهتر بود. تیمار $N_{50}P_0K_{25}$ در رقم زودرس از نظر بسیاری از صفات مانند TSS، وزن شفتچه، ماده شفتچه و شاخص طعم برتری معنی‌داری را نسبت به سایر تیمارها نشان داد.

واژه‌های کلیدی: شاخص طعم، شفتچه، صفات بیوشیمیایی، مورفولوژی، میوه

مقدمه

تمشک‌های سیاه (*Rubus fruticosis* aggr.) با بیش از ۷۰۰ گونه گیاهی متعلق به خانواده Rosaceae و زیر خانواده Rosoideae می‌باشد که علی‌رغم گسترش فراوان در بیش‌تر اقلیم‌ها، از گیاهان مناطق معتدله محسوب می‌شود (١٤). علاوه بر نمونه‌های وحشی موجود در طبیعت، ارقام خاردار و بدون‌خار اصلاح شده آن نیز به‌طور عمده در استان‌های جنوبی دریای خزر کشت و کار می‌شوند. در سال‌های اخیر سطح زیر کشت تمشک سیاه در کشور چند برابر شده است (۲۲) و توسعه سطح زیر کشت علاوه بر رعایت اصول صحیح کاشت (۱۱) نیازمند داشتن برنامه صحیح تغذیه نیز می‌باشد.

تغذیه صحیح گیاهان تأثیر زیادی بر طعم و مزه، سلامت و کیفیت تولیدات کشاورزی دارد (۳۲). نیتروژن یک عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب و کیفیت در محصولات باغبانی چندساله است. اطلاعات بسیار کمی در مورد این فرایند در *Rubus* spp. گزارش شده است. فسفر نیز پس از نیتروژن مهم‌ترین عنصر مورد نیاز برای تولید محصول است. این عنصر در همه فرایندهای زیست–شیمیایی، واکنش‌های انتقال انرژی نورساخت و انتقال پیام‌ها نقش دارد (۲۷). فسفر عنصر کلیدی در ساختار گیاهی و کاتالیزور در واکنش‌های زیست–شیمیایی متعدد در گیاهان است. پتاسیم عنصر دیگری است که وظیفه عمده آن، فعالسازی سامانه‌های آنزیمی مختلف است. بنابراین، پتاسیم در چندین مرحله از ساخته شدن پروتئین دخالت دارد و به همین علت گردش نیتروژن و ساخته شدن پروتئین در گیاهان به‌میزان پتاسیم بستگی دارد (۳۱). با این‌که در مورد نقش عناصر غذایی بر عملکرد تمشک سیاه پژوهش‌هایی انجام شده اما نقش نسبت‌های مختلف آن‌ها کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. نتایج پژوهش میشلوویج و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد تیمارهای کودی NPK تغییراتی مثبتی را در طول شاخه‌های رویشی، تعداد و طول جوانه‌های جانبی و تعداد گل‌آذین تمشک سیاه رقم "تورن‌فری" و به‌طورکلی اجزای عملکرد آن به‌وجود آورد (۳۰). گزارش شده است که کاربرد کود NPK با نسبت ٤:١:٤ از طریق سامانه آبیاری موجب تولید بیش‌تر تمشک و در نتیجه عملکرد بیش‌تر و کیفیت بهتر میوه می‌شود. هم‌چنین میزان محصول تولید شده در این تیمار ۱۲/۵ تن در هکتار گزارش شده که نسبت به سایر تیمارهایی که روی سامانه داربستی با تراکم ۰/۵ در ۳/۵ متر کاشته شده بودند، مؤثرتر بود (٢٦).

اجزای عملکرد مانند تعداد میوه و اندازه میوه در گیاهانی مانند تمشک در مکان‌های مختلف به‌طور قابل‌توجهی متفاوت است (۳۹)، که بیانگر اثر برخی عوامل روی آن‌ها می‌باشد. درحالی‌که تعداد میوه‌ها عمدتاً به تعداد گل تشکیل‌شده در طول آغازش آن، بستگی دارد. اندازه میوه تمشک می‌تواند تابعی از تعداد برچه (شفتچه) باشد، نتایج استریک و همکاران (١٩٩٦) نشان داد تعداد شفتچه‌ها با وزن میوه در ارقامی مانند "ماریون" همبستگی دارد (٤٠). به‌نظر

می‌رسد وضعیت تغذیه معدنی در کنار سایر شرایط طول دوره زایشی ممکن است بر تعداد برچه، تعداد شفتچه و ماده خشک آن و در نتیجه بر اندازه میوه اثرگذار باشد (٤٥). میوه‌های تمشک سیاه، منابع قابل‌توجهی از ترکیبات پلی‌فنل بوده که ظرفیت پاداکسایندگی و محتوای فنلی آن‌ها متناسب با مناطق مختلف رشد و شرایط رشد متفاوت می‌باشد (٣٦). تمشک سیاه، حاوی غلظت‌های بالایی از آنتوسیانین‌ها و الاژیتانن‌ها است که فعالیت پاداکسایندگی بالایی دارند(٤٧). یک مطالعه نشان داد که سطح نیتروژن کافی فعالیت فنیل آلانین لیپاز (PAL) را تحریک می‌کند که در تولید آنتوسیانین دخیل است. علاوه بر این، ساخت رنگدانه ممکن است به سطح کربوهیدرات بستگی داشته باشد(٢٤). هم‌چنین تغذیه با پتاسیم مقدار ویتامین ث را افزایش می‌دهد (٢٣). در پژوهشی که به بررسی اثر بسترهای مختلف بر تمشک سیاه بی‌خار پرداختند، نتایج نشان داد که بیش‌ترین طول، تعداد و وزن‌تر شفتچه، فنل کل و فعالیت پاداکسایندگی میوه تمشک سیاه بی‌خار در تیمار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد (٢٥).

محتوای آنتوسیانین تمشک‌ها به‌طور مطلوب با سایر میوه‌ها مقایسه شده است و نشان می‌دهد که فعالیت پاداکسایندگی تمشک سیاه به‌شدت با رنگدانه آنتوسیانین ارتباط دارد (١٢). توره و بریت (١٩٧٧) گزارش دادند که میزان آنتوسیانین تمشک سیاه از ٨٣ تا ٣٢٦ میلی‌گرم آنتوسیانین در ١٠٠ گرم (میانگین = ١٨١ میلی‌گرم در ١٠٠ گرم) برای ١٩ رقم تمشک سیاه می‌باشد (٤٢). پژوهش‌های پرکینز و کالت (٢٠٠٢) روی پنج رقم از تمشک سیاه نیز نشان داد که ژنوتیپ تأثیر معنی‌داری بر فعالیت پاداکسایندگی و میزان ترکیبات فنلی تمشک سیاه دارد (٣٤). ازآن‌جایی‌که ارقام مختلف تمشک سیاه و نسبت‌های مختلف عناصر غذایی بر ترکیبات زیست–شیمیایی میوه تأثیرگذار است،بنابراین در این پژوهش نسبت‌های مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر عملکرد کیفی و کمی سه رقم تمشک مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به‌صورت گلدانی، در بستر خاکی (جدول ٢) و در گلخانه انجام شد. گلخانه نیم استوانه‌ای (Quonset) با مساحت ٢٠٠ مترمربع و با پوشش پلی‌اتیلن بود. گلدان‌ها در سامانه داربستی I شکل با فاصله ١/٥*٠/٥ متر در گلخانه با دمای روز و شب به‌ترتیب ٢٥ و ١٨ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ٧٠ درصد، قرار داشت. سیستم گرمایشی استفاده از هیتر گازی و سیستم سرمایشی استفاده از فن و گردش هوای خنک در داخل گلخانه بود. در روزهای گرم، علاوه بر باز نمودن دریچه‌های اطراف گلخانه، آبپاشی سطح زمین نیز انجام می‌شد. جهت اندازه‌گیری دما و رطوبت از دماسنج و رطوبت‌سنج دیجیتالی (HTC-1 کشور چین) استفاده گردید. عامل اول رقم تمشک خاردار در سه سطح زودرس (سیلوان)، میان‌رس (ماریون) و دیررس (توپای) و عامل دوم برنامه تغذیه‌ای با شش سطح (به‌ترتیب شامل $N_0P_0K_0$، $N_{50}P_0K_0$، $N_{50}P_0K_{25}$، $N_{50}P_0K_{50}$، $N_{50}P_{25}K_{50}$ و $N_{50}P_{12.5}K_{25}$ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ١). شایان ذکر است که تیمار $N_0P_0K_0$ که هیچ کود شیمیایی دریافت نکرده بود به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد.

جدول ۱- اجزای تیمارهای به‌کار رفته در تغذیه سه رقم تمشک سیاه خاردار.

Table 1. The components of the treatment used in the nutrition of three cultivars of blackberries.

تیمار غذایی (N:P:K)		مقدار نیتروژن N(kg/ha)	مقدار فسفر P(kg/ha)	مقدار پتاسیم K(kg/ha)
(Control)$N_0P_0K_0$	1- C	0	0	0
(1:0:0) $N_{50}P_0K_0$	2- C_N	50	0	0
(2:0:1)$N_{50}P_0K_{25}$	4- N/K:2	50	0	25
(1:0:1)$N_{50}P_0K_{50}$	3- N/K:1	50	0	50
(2:1:2)$N_{50}P_{25}K_{50}$	5- N/K:1+P	50	25	50
(4:1:2) $N_{50}P_{12.5}K_{25}$	6- N/K:2+P	50	12.5	25

برای آماده‌سازی بستر ترکیب خاکی حاوی نسبت ۱:۱:۱ خاک لومی، ماسه و ماده آلی، قبل از آزمایش تهیه شد (جدول ۲)، سپس همه نمونه‌های گیاهی از بستر خود خارج‌شده و پس از هرس ریشه به درون بستر موردنظر منتقل شد. قبل از خارج نمودن بوته‌ها از بستر، در سه مرحله تغذیه کود بیو ۲۰ با توجه به دارا بودن تمامی عناصر ضروری در زمان گل‌انگیزی برای یکسان‌سازی شرایط گل‌انگیزی ارقام مختلف تمشک سیاه اعمال شد. ازآن‌جاکه بستر آماده‌شده قبل از انجام کار، مورد آزمایش قرار گرفت، کمبود عناصر ریزمغذی وجود نداشت، بنابراین و تمرکز این پژوهش بر عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم بود.

جدول ۲- خصوصیات خاک مورداستفاده.

Table 2. Used soil properties.

بافت خاک	کربن آلی	درصد ماده آلی	اسیدیته کل اشباع	درصد مواد خنثی‌شونده	درصد نیتروژن کل	فسفر قابل‌جذب	پتاسیم قابل‌جذب
TEX.	O.C%	O.M%	pH	T.N.V%	N%	P (p.p.m)	K (p.p.m)
شنی- لومی Sandy loam	11.5	19.83	6.78	28.5	1.1	13	560

بوته‌های رشد یافته تمشک سیاه پس از رفع نیاز سرمایی حدود ۱۰۰ تا ۳۰۰ ساعت بسته به رقم (٦) به گلخانه منتقل شدند تا تیمار کودی موردنظر روی آن‌ها اعمال شود. کودهای مورد استفاده شامل اوره، نیترات پتاسیم و منو پتاسیم فسفات بود که طبق نسبت جدول ۱ به‌صورت کود آبیاری و هفته‌ای یک‌بار از ابتدا تا پایان دوره برداشت در کل دوره در اختیار گیاه قرار گرفت (٢٦). استفاده از این نوع کودها به‌دلیل قابلیت حلالیت آن‌ها در آب و تناسب برای روش تغذیه کود آبیاری بود. هم‌چنین شامل عنصر همراه نبوده و با یکدیگر همپوشانی نداشتند. برنامه تغذیه‌ای به‌صورت جدول ۱ اعمال گردید.

صفات مرتبط با میوه: با توجه به رسیدگی تدریجی میوه‌های تمشک سیاه، برای اندازه‌گیری صفات مرتبط میوه‌های برداشت‌شده با استفاده از ازت مایع منجمد گردید تا به حد کافی برای انجام آزمایش برسند. لازم

به توضیح است که برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول، اسید و pH از میوه‌های تازه استفاده شد.

برای ارزیابی وزن میوه، تعداد پنج میوه در هر تکرار با ترازوی دیجیتال (FX-300GD ساخت کشور ژاپن) وزن و اعداد به‌صورت میانگین وزن یادداشت گردید. طول و قطر پنج میوه با استفاده از کولیس دیجیتال (مدل Mitutoyo ABSOLUTE 500 ساخت کشور ژاپن) اندازه‌گیری شد. بدین‌صورت که طول و قطر پنج تمشک اندازه‌گیری و به‌صورت میانگین یادداشت شد. برای اندازه‌گیری pH میوه‌های تمشک، از دستگاه pH متر دیجیتال (مدل PHS-3E) استفاده شد. برای این منظور pH مقدار مشخصی آب‌میوه با دستگاه pH متر اندازه‌گیری شد. مواد جامد محلول کل با رفرکتومتر چشمی (ATC مدل 20E Atogo، ژاپن) در آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اندازه‌گیری شد. برای تعیین TSS یک قطره از عصاره تمشک روی عدسی رفرکتومتر ریخته و عدد نمایش داده‌شده بر مبنای درجه بریکس یادداشت گردید. برای اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد. برای این منظور ده میلی‌لیتر آب‌میوه 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 ثبت و سپس میزان اسید بر حسب گرم اسید سیتریک (اکی‌والان برابر ۰/۰٦٤۰٤) در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب‌میوه بیان شد (۳۵).

تعداد و وزن بذر: تعداد بذر ده میوه شمارش‌شده و سپس میانگین یادداشت شد. هم‌چنین وزن‌تر بذور ده میوه به‌وسیله ترازو اندازه‌گیری شده و سپس به‌مدت ۲٤ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا وزن خشک نیز به‌دست آید.

وزن و درصد ماده شفتچه (حبه بدون بذر): برای اندازه‌گیری وزن شفتچه پس از جداسازی میوه از نهنج، وزن گوشت و بذر پنج میوه باهم اندازه‌گیری شد. سپس بذرها از گوشت جدا و تعداد آن‌ها شمارش گردید (تعداد شفتچه)، تا با تقسیم وزن کل بر تعداد بذر، میانگین وزن شفتچه به‌دست آید. در ادامه وزن خشک بذر نیز پس از قرار دادن در آون محاسبه شد. در نهایت با استفاده از رابطه زیر درصد ماده شفتچه بر پایه وزن‌تر و خشک شفتچه‌ها محاسبه گردید (۱۵):

$$\text{درصد ماده شفتچه} = \frac{\text{وزن بذر} - \text{وزن کل حبه}}{\text{وزن کل حبه}} * 100 \quad (۱)$$

میزان آنتوسیانین: اندازه‌گیری آنتوسیانین کل با استفاده از روش اختلاف جذب در pH های مختلف با روش اسپکتروفتومتری صورت گرفت (٤٦).

برآورد فعالیت پاداکسایندگی به روش DPPH: جهت اندازه‌گیری فعالیت پاد اکسایشی کل از رادیکال پایدار دی فنیل پیکریل هیدرازیل (DPPH) استفاده گردید (۱۰). به دو میلی‌لیتر از آب‌میوه رقیق‌شده، DPPH (٤ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) اضافه کرده و بعد از آماده شدن لوله‌ها به‌مدت ۱۵ دقیقه در محیط تاریک قرار داده و در نهایت جذب ترکیب ذکر شده به همراه یک لوله حاوی DPPH خالص به‌عنوان شاهد، در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه طیف‌سنج نوری (MAPADA مدل uv-1800PC ساخت چین) قرائت شد. اعداد جذب در نهایت به درصد مهار تبدیل‌شده و به‌صورت درصد مهار آب‌میوه گزارش شد.

$$\text{درصد مهار} = (A_c\text{-}A_s)/A_c \times 100 \quad (۲)$$

که در آن، A_c= جذب شاهد، A_s= جذب نمونه.

محتوای فنل: محتوای فنل کل با روش فولین سیوکالتیو تعیین مقدار گردید (٤٤).

محتوای فلاونوئید: جهت تعیین مقدار فلاونوئیدها از روش رنگ‌سنجی کلرید آلومینیوم استفاده شد (۷).

ویتامین ث: غلظت اسید آسکوربیک عصاره میوه براساس کاهش رنگ ترکیب ۲،٦- دی کلروفنل ایندوفنل توسط اسید آسکوربیک اندازه‌گیری شد (٤).

از نرم‌افزار SAS 9.1 نسخه برای تجزیه آماری و مقایسه میانگین به روش دانکن استفاده شد و نرم‌افزار SPSS 19 برای محاسبه همبستگی صفات روش پیرسون به‌کار گرفته شد. رسم نمودارها با نرم‌افزار Excell 2013 صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

الف: صفات ریخت‌شناسی میوه: نتایج بیانگر آن بود که اثر رقم و تغذیه هر کدام به‌تنهایی بر طول، عرض و تعداد شفتچه میوه اثر معنی‌دار داشته است. اثر متقابل رقم و تغذیه در صفات وزن میوه، و وزن‌تر و خشک بذر، وزن شفتچه و درصد ماده شفتچه معنی‌دار شده است (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات میوه تمشک سیاه.

Table 3. Analysis of variance of blackberry fruit traits.

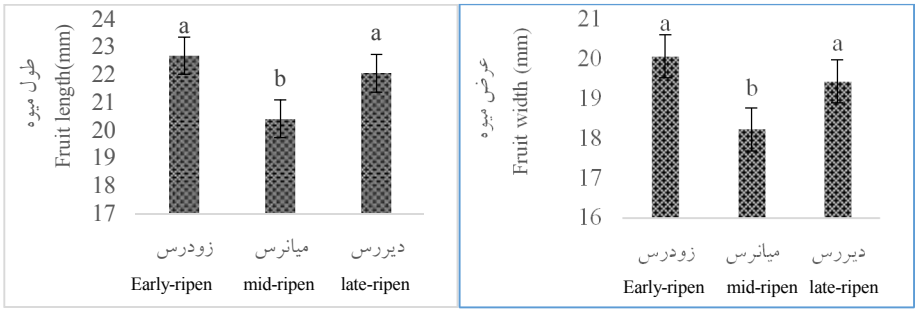
منابع تغییرات Sum of square	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares							
		وزن میوه Fruit weight	طول میوه Fruit length	عرض میوه Fruit width	تعداد شفتچه Druplet number	وزن‌تر بذر fresh Seed weight	وزن خشک بذر Dry seed weight	وزن شفتچه Druplet weight	درصد ماده شفتچه Druplet matter
رقم Cultivar	2	0.73 ^{ns}	25**	15.65**	2106**	0.29**	0.16**	0.01**	4620.5**
تغذیه Nutrition	5	5.87**	16.47**	8.78*	677.8**	0.02**	0.04**	0.007**	1874.3**
اثر متقابل Interaction	10	3.62**	7.5 ^{ns}	4.25 ^{ns}	69.08^{ns}	0.012*	0.009**	0.003**	777.52**
خطا Error	36	0.72	4.29	2.94	33.57	0.004	0.001	0.0001	37.75
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		20.52	9.53	8.91	8.82	15.88	8.54	16.35	16.22

^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

^{ns}, *, ** are non-significant and significant and significant at 5 and 1% at probability levels, respective.

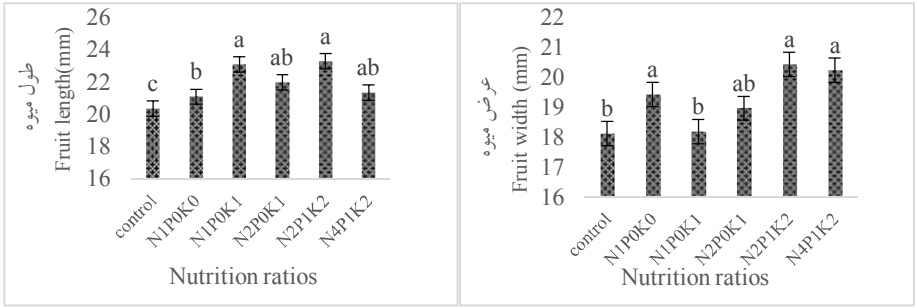
طول و عرض میوه: بیش‌ترین میانگین طول میوه در رقم زودرس و کم‌ترین آن در رقم میان‌رس حاصل شد؛ این در حالی است که میان طول میوه ارقام دیررس و زودرس تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل a ۱). نتایج مشابهی در خصوص اثر رقم بر عرض میوه مشاهده شد به‌طوری‌که حداکثر مقدار میانگین عرض میوه در رقم زودرس با عدد ۲۰/۰٦ میلی‌متر به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با رقم دیررس نداشت ولی بیش‌تر از رقم میانرس بود (شکل b ۱).

همچنین نتایج بیانگر آن بود که نسبت عناصر غذایی بر طول میوه مؤثر بود؛ به‌طوری‌که تیمارهای تغذیه‌ای مورد استفاده طول میوه را نسبت به شاهد تا ۲۰ درصد (٤ میلی‌متر) افزایش دادند (شکل a ۲). تیمار $N_{50}P_0K_{50}$ دارای طول زیاد ولی عرض کم بود این در حالی است که تیمار $N_{50}P_0K_0$ عرض بیش‌تر و طول کم‌تر را موجب گردید (شکل ۲). تیمار $N_{50}P_{25}K_{50}$ هم‌زمان بیش‌ترین طول و عرض میوه را به خود اختصاص داد و از نظر اندازه میوه (مجموع طول و عرض) تیمار برتر بود هر چند اختلاف آن با دو تیمار $N_{50}P_0K_{25}$ و $N_{50}P_{12.5}K_{25}$ معنی‌دار نبود (شکل ۲). بنابراین نسبت $N_{50}P_{25}K_{50}$ می‌تواند برای اندازه میوه مهم و مؤثر باشد و این مسأله به اهمیت هم‌زمان هر سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در رشد زایشی مطلوب میوه تمشک دلالت دارد. کمبود فسفر برای رشد زایشی محدودکننده‌تر از رشد رویشی است به‌طوری‌که نتایج پژوهش Skinner and Mattews (۱۹۸۸) نشان داد فسفر نقش تعیین‌کننده‌ای در تشکیل و نمو میوه انگور دارد و عدم تغذیه فسفره موجب کم‌ترین وزن حبه گردید (۳۸). طبق نتایج پژوهش مشایخی و تاتاری (۱۳۹۵) پتاسیم به‌دلیل نقشی که در بارگیری آوند آبکشی و انتقال کربوهیدرات‌ها دارد می‌تواند آن را از منبع به مقاصد فیزیولوژیکی قوی نظیر میوه‌ها رسانده و موجب بهبود اندازه میوه گردد (۲۹).



شکل ۱- اثر رقم بر عرض (سمت راست) و طول (سمت چپ) میوه تمشک سیاه.

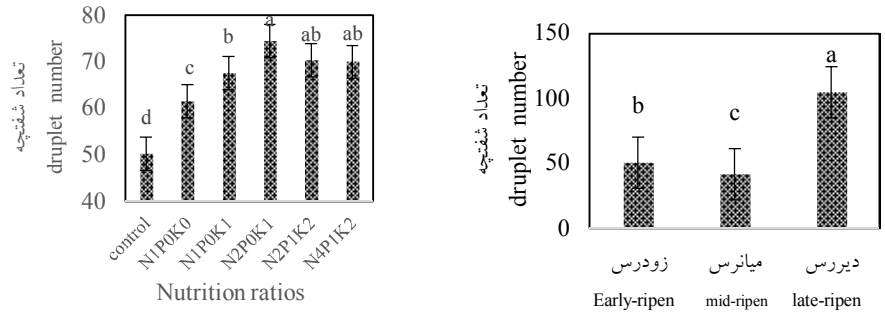
Fig. 1. The effect of the cultivar on the width (right) and length (left) of the blackberry fruit.



شکل ۲- اثر نسبت عناصر غذایی بر عرض (سمت راست) و طول (سمت چپ) میوه تمشک سیاه.

Fig. 2. The effect of the nutrient ratio on the width (right) and length (left) of the blackberry fruit.

تعداد شفتچه‌ها: بیش‌ترین تعداد شفتچه در رقم دیررس با میانگین ۱۰٤/۸۳ به‌دست آمد که این عدد با رقم زودرس با میانگین ٥۰/٦٦ و رقم میان‌رس با میانگین ٤۱/٥٦ اختلاف معنی‌دار نشان داد (شکل a ۳). هم‌چنین اثر تغذیه بر تعداد شفتچه نشان داد که تیمار $N_{50}P_0K_{25}$ با تعداد ۷٤/٤٤ شفتچه دارای بیش‌ترین تعداد بود که اختلاف معنی‌داری با دو تیمار $N_{50}P_{25}K_{50}$ و $N_{50}P_{12.5}K_{25}$ نداشت (شکل b ۳). از آن‌جایی‌که نسبت نیتروژن بالا اثر مثبت روی تشکیل شفتچه‌ها داشت بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که این عنصر به احتمال زیاد تشکیل بذر و میوه را به‌نحو مؤثری تحت‌تأثیر قرار می‌دهد چنان‌که افزایش نسبت تشکیل میوه و تعداد بذر در حبه انگور با افزایش تغذیه نیتروژنه نیز گزارش شده است (۹).



شکل ۳- اثر رقم (سمت راست) و تغذیه (سمت چپ) بر تعداد شفتچه میوه تمشک سیاه.

Fig. 3. The effect of the cultivar (right) and nutrient (left) of the druplet number blackberry fruit.

وزن میوه: نتایج نشان داد در هر سه رقم، افزودن نیتروژن به‌تنهایی اختلاف معنی‌داری در وزن میوه ایجاد ننمود اما با افزودن پتاسیم ($N_{50}P_0K_{25}$) رقم زودرس بیش‌ترین واکنش را با تولید میوه‌های حدود ۸ گرمی نشان داد (جدول ٤). سپس رقم میان‌رس بالاترین وزن میوه (٦/٥۷ گرم) را در حضور $N_{50}P_0K_{50}$ تولید نمود، که با افزایش نسبت عناصر وزن میوه کاهش یافت (جدول ٤). بنابراین به‌طور جالب‌توجهی ارقام زودرس نیازمند نسبت نیتروژن به پتاسیم بیش‌تری هستند تا رقم میان‌رس چرا که در گیاهان برخی موارد تجمع نیتروژن (شکل نیترات) و گاهی تجمع کلر یا مالات، منجر به متعادل شدن غلظت پتاسیم در سیتوسول سلول می‌گردد (٤۹). البته وجود نیتروژن زیاد در صورتی می‌تواند رشد را افزایش دهد که پتاسیم کافی نیز موجود باشد تا سطح آب گیاه حفظ گردد (۲۹). نتایج بررسی یاوری و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که افزایش سطوح پتاسیم در توت‌فرنگی، باعث افزایش وزن میوه و کیفیت آن شد (٤۸).

وزن بذر: رقم دیررس تنها رقمی بود که وزن‌تر بذر آن در پاسخ به تیمار تغذیه‌ای به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد بیشتر شد (جدول ٤). از نظر وزن خشک بذر نیز تیمار $N_{50}P_0K_{25}$ در دو رقم زودرس و دیررس به‌طور معنی‌داری نسبت به عدم تغذیه بهتر بودند؛ درحالی‌که در رقم میان‌رس چنین تأثیر مثبتی دیده نشد (جدول ٤). هم‌راستا با وزن خشک بذر، تیمار $N_{50}P_0K_{25}$ در رقم زودرس حداکثر وزن شفتچه و درصد ماده شفتچه را ایجاد نمود (جدول ٤) که نشان می‌دهد وزن خشک بذر (نه وزن‌تر) تنها در رقم زودرس دارای ارتباط بسیار معناداری با وزن شفتچه می‌باشد ($r=۰/۸۸۷^{**}$). این در حالی است که چنین ارتباطی را در ارقام میان‌رس و دیررس نمی‌توان

یافت. رقم زودرس در کنار وزن بذر بیش‌ترین افزایش وزن شفتچه و درصد ماده شفتچه را نیز در تیمار $N_{50}P_0K_{25}$ به‌دست آورد و برهمین اساس توانست بیش‌ترین وزن میوه را نیز در بین سایر ارقام داشته باشد (۷/۸۳ گرم). از علل افزایش عملکرد با کاربرد نیتروژن و پتاسیم، توسعه مناسب اندام‌های هوایی طی دوره رشد، استفاده مفید از نور خورشید و افزایش مواد فتوسنتزی در گیاه می‌باشد. با افزایش سطح برگ هنگام استفاده از نیتروژن (تا حد مطلوب) میزان عملکرد بالا می‌رود. پتاسیم نیز به‌دلیل اثرگذاری در فعالیت آنزیم‌ها، دخالت در ساخت پروتئین و هم‌چنین نقش داشتن در گردش نیتروژن، در عملکرد مؤثر است (۳۱).

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات ارقام تمشک سیاه.

Table 4. Mean comparison of Blackberry cultivars traits.

ماده شفتچه Druplet matter	وزن شفتچه Druplet weight	وزن خشک بذر ۵ میوه Seed D.W. 5 fruit	وزن‌تر بذر ۵ میوه Seed F.W. 5 fruit	وزن میوه Fruit weight	تیمار Treatment	ارقام Cultivars
%	g	g	g	g		
32.42 de	0.067 de	0.437 fg	2.358 cd	4.26 de*	شاهد(Control)	زودرس (سیلوان) Early ripen (Silvan)
33.39 cde	0.07 cde	0.474 def	2.395 bc	3.65 fe	$N_{50}P_0K_0$	
34.99 cd	0.09 c	0.496cde	2.381 cd	6.82 ab	$N_{50}P_0K_{25}$	
86.24 a	0.177 a	0.598 a	2.452 bc	7.83a	$N_{50}P_0K_{50}$	
40.63 cd	0.083 cd	0.531 bc	2.455 bc	4.80 c	$N_{50}P_{25}K_{50}$	
42.89 c	0.07 cde	0.433 fgh	2.421 bc	5.50 b	$N_{50}P_{12.5}K_{25}$	
31.92 de	0.050 ef	0.314 jk	2.135 f	3.30 fe	شاهد(Control)	میانرس(میانرس) Midripen (Marion)
24.70 ef	0.07 cde	0.318 jk	2.172 ef	2.74 fe	$N_{50}P_0K_0$	
72.65 b	0.143 b	0.370 ijk	2.158 f	6.57 ab	$N_{50}P_0K_{25}$	
91.08 a	0.183 a	0.361 ijk	2.229 ef	3.18 def	$N_{50}P_0K_{50}$	
34.96 cd	0.80 cd	0.377 jhi	2.232 ef	5.56 b	$N_{50}P_{25}K_{50}$	
38.74 cd	0.067 de	0.252 l	2.198 ef	4.59 cd	$N_{50}P_{12.5}K_{25}$	
14.09 g	0.030 f	0.546 bc	2.434 bc	2.44 f	شاهد(Control)	دیررس (تو پای) Lateripen (Tupy)
17.25 fg	0.037 f	0.575 ab	2.472 b	4.09 cde	$N_{50}P_0K_0$	
24.30 ef	0.050 ef	0.447 ef	2.235 ef	3.88 cde	$N_{50}P_0K_{25}$	
19.78 fg	0.050 ef	0.607 a	2.52 a	3.26 def	$N_{50}P_0K_{50}$	
24.16 efg	0.043 f	0.566 ab	2.487 ab	4.50 cd	$N_{50}P_{25}K_{50}$	
17.47 fg	0.037 f	0.285 kl	2.272 de	4.46 cd	$N_{50}P_{12.5}K_{25}$	

* میانگین‌هایی با حروف یکسان در هر ستون اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری (در سطح احتمال ۱ درصد) با یکدیگر ندارند.

* Means with the same letters in each column have no significant statistical difference (at a probability level of 5%).

مشخص شده است که در صورت کمبود پتاسیم میزان کارآیی نیتروژن به مقدار زیادی کاهش می‌یابد (۲۹). میشیلوویچ و همکاران (۲۰۱۸) گزارش نمودند استفاده از تیمارهای مختلف کودی از جمله NPK بر میزان عملکرد، وزن، طول، عرض میوه و تعداد شفتچه اثرگذاراست. به‌طوری‌که ایشان بیان نمودند تیمار NPK بیش‌ترین وزن، طول و عرض میوه را در میان تیمارهای مختلف به همراه داشت (۳۰).

ب) صفات بیوشیمیایی میوه: نتایج حاصله نشان داد اثر متقابل رقم و تغذیه بر آنتوسیانین، مواد جامد محلول کل، اسیدیته کل میوه معنی‌دار گردید. عامل رقم به تنهایی در میزان pH، پاداکسایندگی و فنل کل معنی‌دار شد ولی اثر تغذیه بر مقدار ویتامین ث میوه معنی‌دار بود. هر چند رقم، تغذیه و اثر متقابل این دو عامل بر میزان فلاونوئید اثر معنی‌دار نداشته است (جدول ۵).

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات بیوشیمیایی میوه تمشک سیاه.

Table 5. Analysis of variance of biochemical traits blackberry fruit.

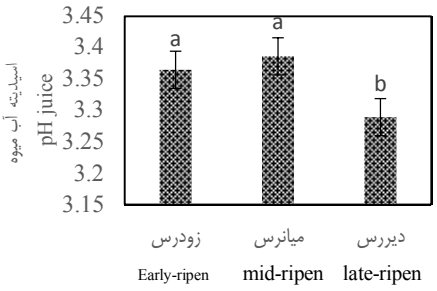
منابع تغییرات Sum of square	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares							
		مواد جامد محلول TSS	اسیدیته pH	اسید قابل تیتراسیون TA	فلاونوئید Flavonoids	فنل Phenol	پاداکساینده‌ها Antioxidants	ویتامین ث Vitamin c	آنتوسیانین Anthocyanin
رقم Cultivar	2	50.6**	0.04**	0.88^{ns}	2.07^{ns}	14.16**	95.83**	0.884^{ns}	44.55**
تغذیه Nutrition	5	11.23**	0.01^{ns}	0.161*	4.06^{ns}	33.5^{ns}	48.37^{ns}	2.276**	16.6*
اثر متقابل Interaction	10	3.2**	0.02^{ns}	0.22**	1.06^{ns}	8.242^{ns}	56.8^{ns}	0.014^{ns}	30.76**
خطا Error	36	0.6	0.007	0.55	1.44	3.047	11.71	0.046	5.23
ضریب تغییرات (CV%)		16.15	12.54	22.4	17.17	22.31	10.22	13.37	17.41

^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

^{ns}, *, ** are non-significant and significant and significant at 5 and 1% at probability levels, respective.

pH و اسید قابل تیتراسیون: pH آب میوه در ارقام مختلف متفاوت بود، به‌طوری‌که در ارقام میانرس و زودرس مقدار آن بیش‌تر بود و با رقم دیررس اختلاف معنی‌داری نشان داد (شکل ٤). تیمار $N_{50}P_{25}K_{50}$ در رقم زودرس بیش‌ترین میزان اسید قابل‌تیتر میوه را به‌میزان ۱/۰۵ درصد داشت (شکل ٦). حسن (۲۰۱۵) گزارش نمود با افزایش سطح نیتروژن در رقم چندلر درصد اسیدیته کل به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (۱۹). در پژوهشی که در مصر به بررسی ٤ سطح نیتروژن (۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ٤۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر توت‌فرنگی رقم کاماروسا پرداخته شد، نتایج نشان داد که با افزایش مقدار مصرف نیتروژن، اسیدیته کل به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و بیش‌ترین درصد در تیمار ٤۰۰ کیلوگرم در

هکتار مشاهده شد (۱۶). طبق نتایج پژوهش مشایخی و تاتاری (۱۳۹۵) افزایش غلظت فسفر، مواد جامد محلول و اسید بیش‌تر میوه را به دنبال داشت. البته مقادیر فسفر بالا اثرات منفی بر میزان جذب عناصر کم عنصر و نیز برخی شاخص‌های عملکردی گیاه دارد (۲۹). بسیاری از عوامل تولید و کیفیت میوه‌های ریز مانند توت‌فرنگی، متأثر از میزان پتاسیم گیاه و به‌خصوص میوه است به گونه‌ای که اندازه، رنگ و اسیدیته میوه ارتباط مثبتی با میزان پتاسیم دارد (۲۹).

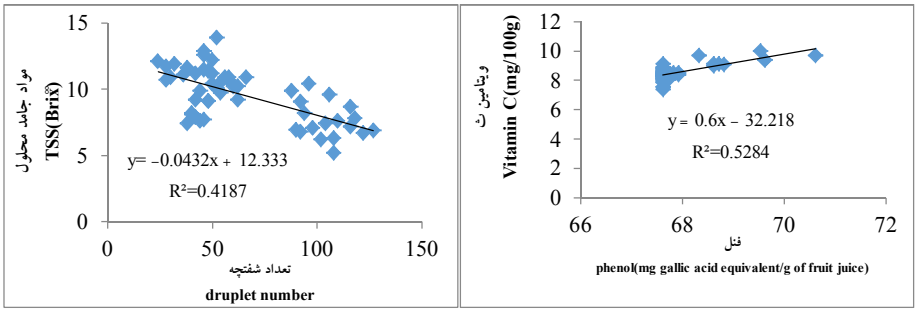


شکل ٤- اثر تغذیه بر اسیدیته آب میوه تمشک سیاه.

Fig. 4. Effect of nutrition on acidity blackberry juice

مواد جامد محلول: بالاترین میزان TSS در رقم دیررس و تیمار $N_{50}P_0K_{50}$ دیده شد که اختلاف معنی‌داری با رقم میانرس تیمار $N_{50}P_0K_0$ نداشت (شکل ٦). گزارش شده است که درصد مواد جامد محلول با افزایش مقدار نیتروژن افزایش می‌یابد و بین غلظت قند و مقدار نیتروژن میوه ارتباط مستقیمی برقرار است (٤١). اعتقاد بر این است که به‌دلیل افزایش سطح و غلظت عناصر، جذب آب کاهش و کربوهیدرات‌های میوه غلیظ شده، در نتیجه مواد جامد محلول افزایش می‌یابد (۸). اگرچه نسبت‌های بالای نیتروژن می‌تواند موجب کاهش مواد جامد محلول شود زیرا اوره می‌تواند به سرعت به نیترات تبدیل شده و در گیاه تجمع یابد که در این شرایط مقداری از قندهای محلول در جریان تنفس گیاه صرف آسیمیلاسیون نیترات گردیده و در نتیجه مواد جامد محلول کاهش می‌یابد (٤٣). کاربرد پتاسیم نیز با افزایش مواد جامد محلول مرتبط است به‌طوری‌که در خربزه منجر به افزایش میزان قند و در طالبی موجب افزایش قند کل و مواد جامد محلول میوه شد (۲۹).

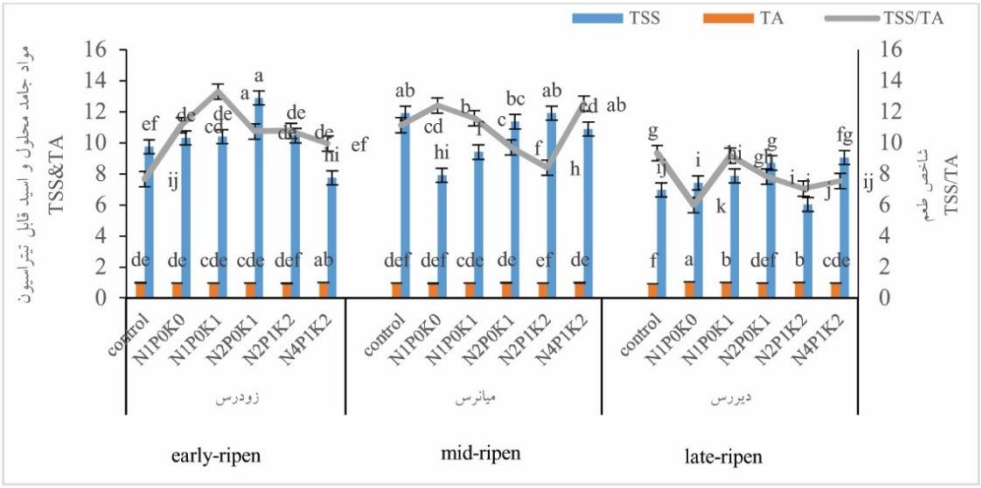
وجود همبستگی قوی منفی بین تعداد شفتچه و میزان TSS (شکل a ٥) نیز قابل تامل است. زیرا با افزوده شدن تعداد شفتچه مواد قندی کم‌تری به هر یک از شفتچه‌ها می‌رسد و در نهایت همبستگی منفی بین این دو صفت رخ می‌دهد. در واقع با افزایش تعداد مخزن و ثابت ماندن منبع واضح است که موادفتوسنتزی کم‌تری به مقاصد فیزیولوژیکی می‌رسد. دراین شرایط کوچک‌تر شدن اندازه مخزن‌ها (عامل فیزیکی) و فعالیت آن‌ها (عامل فیزیولوژیکی) در ظرفیت جذب مواد فتوسنتزی میوه اثر داشته و این دو عامل باهم قدرت مخزن یا اندام (۲۰) را تعیین نموده است. اولین میوه‌های تشکیل شده نسبت به میوه‌های بعدی مقاصد فیزیولوژیکی قوی‌تری محسوب می‌شوند. هم‌چنین ممکن است میزان غذایی که گیاه در فتوسنتز می‌سازد برای تامین نیاز چندین میوه که به‌طور هم‌زمان رشد می‌کنند کافی نباشد (۳۷).



شکل ۵- همبستگی مواد جامد محلول و تعداد شفتچه (سمت راست) و ویتامین ث و فنل (سمت چپ).

Fig. 5. Correlation of soluble solids and druplet number (right) & vitamin C and phenol (left).

شاخص طعم: شاخص طعم در تمشک از طریق نسبت TSS/TA محاسبه می‌شود. تیمار $N_{50}P_0K_{25}$ در رقم زودرس با داشتن بیش‌ترین مقدار TSS به TA تناسبی مطلوب را از لحاظ شاخص طعم به‌میزان ۱۳/۲۹ نشان داد (شکل ٦). به‌طورکلی ارقام زودرس و میان‌رس از نظر شاخص طعم بهتر از رقم دیررس بودند. هم‌چنین یک نتیجه بسیار مهم از داده‌های به‌دست آمده آن است که تیمارهای تغذیه‌ای مناسب برای بهبود شاخص طعم در رقم‌های مختلف کاملاً متفاوت است و پاسخی که ارقام به تغذیه می‌دهند می‌تواند بسیار متفاوت باشد چنان‌که تیمار $N_{50}P_0K_{25}$، $N_{50}P_{25}K_{50}$ و $N_{50}P_{12.5}K_{25}$ به‌ترتیب برای ارقام زودرس، میان‌رس و دیررس بهترین بودند (شکل ٦). گزارش شده در ارقام با درجه بریکس بالا شاخص طعم نیز بالا می‌باشد (۱۳). از آن‌جا که ارقام زودرس و میان‌رس در تیمار شاهد، مواد جامد محلول بیش‌تری دارند، در نتیجه شاخص طعم آن‌ها نسبت به رقم دیررس بالاتر می‌باشد. اگرچه در ارقام دیررس هلو و زردآلو تمایل به داشتن مواد جامد محلول بالا گزارش شده است(۵) که با این پژوهش مطابقت ندارد.

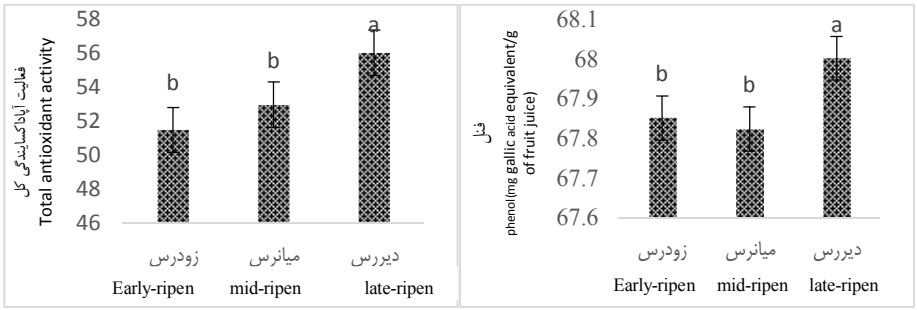


شکل ٦- اثر تغذیه و رقم بر سه شاخص طعم میوه شامل ستون عمودی سمت راست (مواد جامد محلول کل)، ستون عمودی سمت چپ (اسیدقابل تیتراسیون) و شاخص طعم میوه تمشک سیاه به‌صورت روند.

Fig. 6. Interaction of nutrition and cultivar as vertical pillar in left (TA) and right (TSS), and TSS/TA of blackberry fruit as trend.

فعالیت پاداکسایشی و مقدار فنل: میزان فعالیت پاداکسایشی سه رقم تفاوت معنی‌داری نشان داد به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار آن به‌طور معنی‌داری در رقم دیررس (٥٦ درصد مهار) بدست آمد (شکل a ٧). مشابه با ظرفیت پاداکسایشی کل، میزان فنل میوه تمشک سیاه نیز در رقم دیررس نسبت به دو رقم دیگر به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود (شکل b ٧). به‌نظر می‌رسد با دیررسی تمشک مقدار فنل آن افزایش یافته به‌طوری‌که در رقم دیررس با میانگین ٦٨ میلی‌گرم در ١٠٠ گرم، بیش‌ترین مقدار فنل مشاهده شد. مطالعات متعدد بر روی ترکیبات فنلی در دنیا نشان داده است که رقم به‌عنوان یک عامل ژنتیکی نقش عمده‌ای در تجمع مواد فنلی دارد (١٧). پژوهش‌های پرکینز و کالت (٢٠٠٢) روی پنج رقم تمشک سیاه نیز نشان داد ژنوتیپ تأثیر معنی‌داری بر فعالیت پاداکسایشی و میزان ترکیبات فنلی تمشک سیاه دارد (٣٤). قاسمی و همکاران (١٣٩٥) نیز نشان دادند میزان فنل و فعالیت پاداکسایشی سه نوع تمشک سیاه با یکدیگر متفاوت است (١٥)، که مطابق با نتایج این پژوهش است.

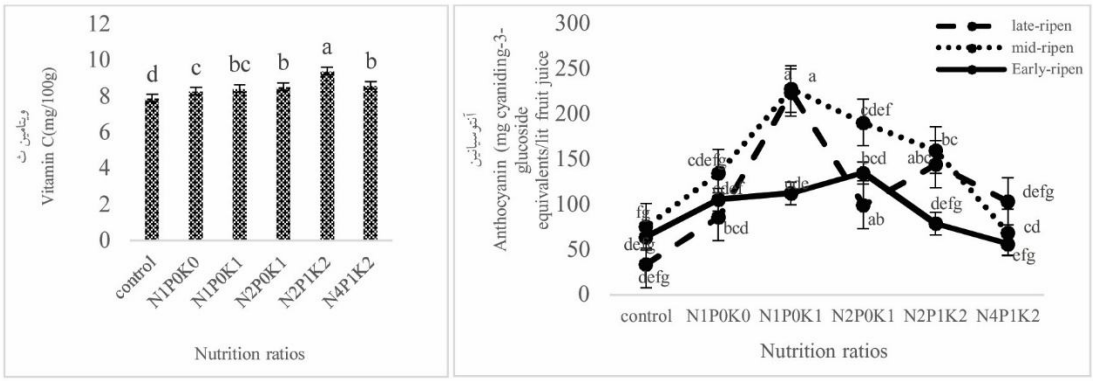
هم‌راستایی پاداکسایندگی و محتوای فنل میوه نشان از آن دارد که احتمال زیاد مهم‌ترین جزء پاداکساینده میوه تمشک ترکیبات فنلی می‌باشد. همان‌طور که شکل (٥ b) نشان می‌دهد همبستگی مثبت و معنی‌دار بین فنل و ویتامین ث وجود دارد (r= +٠/٧٢٧) که می‌تواند در پاسخ به نوعی تنش خفیف ناشی از آخر فصل مانند خنک شدن هوا یا تغییر در فتوپریود باشد زیرا هر دو آن‌ها به نوعی جزء سامانه پاداکسایندگی گیاه محسوب می‌شوند (٣). در پژوهشی که به بررسی ترکیبات فنلی ارقام گلابی آسیایی پرداخته شد، نتایج نشان داد ارقامی که فنل بیش‌تری دارند، از فعالیت پاداکسایندگی بیش‌تری نیز برخوردارند (٢٨).



شکل ٧- اثر رقم بر درصد پاداکسایندگی (سمت راست) و فنل (سمت چپ) میوه تمشک سیاه.

Fig. 7. Effect of cultivar on the percentage of antioxidant (right) & Phenol content (left) of blackberry fruit.

ویتامین ث: بیش‌ترین مقدار ویتامین ث (٩/٣٩ میلی‌گرم در ١٠٠ گرم) در تیمار $N_{50}P_{25}K_{50}$ مشاهده شد که به‌طور معنی‌داری از شاهد و سایر تیمارهای تغذیه‌ای بیش‌تر بود (شکل a ٨). همبستگی منفی ویتامین ث با TSS (r= -٠/٥٩) و همبستگی مثبت آن با مقدار فنل کل (r= +٠/٧٢٧) را می‌توان در راستای رقابت متابولیت‌های اولیه و ثانویه در گیاه تحلیل نمود که هرجا میزان مواد جامد محلول زیاد می‌گردد از متابولیت‌های ثانویه کاسته می‌شود و برعکس (٢١). در پژوهشی بیش‌ترین میزان ویتامین ث در تیمار با پتاسیم بالا به‌دست آمد، در حالی‌که استفاده از نیتروژن بالا تنها در زمانی که پتاسیم کم باشد، منجر به کاهش ویتامین ث گردید. مطالعات قبلی در مورد دسترسی به نیتروژن بالا اغلب گزارش ویتامین ث کم‌تر را داشتند، هر چند به‌نظر می رسد که این مسأله وابسته به گونه و سایر عوامل باشد (٣٣).



شکل ۸- اثر تغذیه بر میزان ویتامین ث (سمت راست) و اثر رقم و تغذیه بر میزان آنتوسیانین (سمت چپ) میوه تمشک سیاه.

Figure 8. Effect of nutrition on the vitamin C content (right) & Effect of Cultivar and Nutrition on the anthocyanin content (left) Blackberry fruit.

مقدار آنتوسیانین: نتایج بررسی مقایسه میانگین آنتوسیانین میوه نشان داد، در رقم زودرس کم‌ترین پاسخ به تیمارهای تغذیه‌ای در این صفت ایجاد شد اما در دو رقم میانرس و دیررس بیش‌ترین مقدار آنتوسیانین در تیمار $N_{50}P_0K_{50}$ دیده شد (شکل b ۸). میزان آنتوسیانین می‌تواند بیانگر رنگ مطلوب در تمشک سیاه باشد. علاوه بر این، آنتوسیانین خود به‌عنوان حذف‌کننده رادیکال‌های آزاد مطرح می‌باشد که در انواع مختلف تمشک سیاه مازندران با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشته است (۱۵). در پژوهشی دیگر نیز مشاهده گردید میزان آنتوسیانین در کولتیوارهای مختلف تمشک با هم متفاوت است (۳٤). هم‌چنین به‌نظر می‌رسد وجود دو عنصر نیتروژن و پتاسیم به نسبت مساوی برای سنتز آنتوسیانین مفید بوده درحالی‌که وجود فسفر اثر مثبتی نداشت. زمانی‌که تغذیه نیتروژن و پتاسیم صورت می‌گیرد احتمال زیاد رشد رویشی بیش‌تر سبب رقیق شدن فسفر گشته و تنش جزئی کاهش فسفر را ایجاد کند. مشخص شده است که علاوه بر تنش‌هایی مانند دماهای نامناسب، شدت نور، اشعه ماورای‌بنفش، خشکی، زخم، آفتکش‌ها و تنش‌های زنده، کمبود فسفر نیز موجب تجمع آنتوسیانین در گیاهان مختلف می‌شود (۱۸). بنابراین منطقی است که با کاهش تغذیه فسفر میزان آنتوسیانین بالا رود.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که ارقام زودرس (سیلوان)، میان‌رس (ماریون) و دیررس (توپای) تمشک سیاه در بیش‌تر صفات مورد بررسی با یکدیگر تفاوت دارند. در صفات مرتبط با اندازه میوه مطلوب ازجمله اندازه گل، طول و عرض میوه و نسبت آن‌ها رقم زودرس دارای برتری معنی‌داری نسبت به دو رقم دیگر بود. این درحالی است که ارزش غذایی (میزان ظرفیت پاداکسایندگی، فنل کل و آنتوسیانین) رقم دیررس بهتر بوده است. تیمار N2P0K1 (۵۰:۰:۲۵) در رقم زودرس از نظر بسیاری از صفات مانند TSS، وزن شفتچه، ماده شفتچه و شاخص طعم برتری معنی‌داری را نسبت به سایر تیمارها نشان داد. هم‌چنین این تیمار تغذیه‌ای از نظر میزان ویتامین ث نیز رتبه دوم قرار داشته است. اندازه میوه در رقم زودرس با تیمار N2P1K2 (۵۰:۲۵:۵۰) بزرگ‌تر می‌شود. همین‌طور ویتامین ث آن نیز به‌طور معنی‌داری در بالاترین مقدار بود. تیمار تغذیه‌ای N2P1K2

(۵۰:۲۵:۵۰) در ارقام میان‌رس و دیررس نیز بزرگ‌ترین میوه‌ها را تولید نمود. در رقم میان‌رس علاوه بر اندازه میوه، شاخص طعم مطلوبی نیز در این تیمار تغذیه‌ای دیده شد. این درحالی است که در رقم دیررس کم‌ترین شاخص طعم را داشت. به‌عنوان راهکار می توان تیمار تغذیه‌ای N4P1K2 (۲۵: ۱۲/۵ :۵۰) را برای دستیابی به حداکثر کیفیت خوراکی رقم دیررس استفاده نمود.

منابع

1. Blokhina, O., Virolainen, E., and Fagerstedt, K.V. 2003. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. Ann. bot. 91: 2. 179-194.
2. Bor, J.Y., Chen, H.Y. and Yen, G.C. 2006. Evaluation of antioxidant activity and inhibitory effect on nitric oxide production of some common vegetables. J. Agric. Food Chem. 54: 5. 1680-1686.
3. Cantín, C., Torrents, J., Gogorcena, Y. and Moreno, M. 2006. Improvement and selection of new varieties of peach for conditions of the Middle Valley of the Ebro. Acta. Hort. 45: 209-210.
4. Carter, P.M., Clark, J.R., Drake Particka, C. and Yazzetti Crowne, D. 2006. Chilling response of Arkansas blackberry cultivars. J. Amer. Pom. Soc. 60: 187-197.
5. Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M. and Chern, J.G. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. J. Food Drug Anal. 10: 3. 178-182.
6. Counversa, G., Santamaria, P., Carofiglia, O., Gonnella M. and Parent, A. 2003. Response of cherry tomato to the electerial conductivity of the nutrient solution. Acta Hort. 609: 159-163.
7. Duchene, E., Schneider, C. and Gaudillere, J.P. 2001. Effect of nutrition timing on fruit set of grapevine cv. Grenache. J. Vit. Geil. 40: 1. 45-46.
8. Ebrahimzadeh, M.A., Nabavi, S.F., Nabavi, S.M. and Eslami, B. 2010. Antihemolytic and antioxidant activities of Allium paradoxum. Cent. Eur. J. Biol. 5: 338-345.
9. Effati, A.R., Sadeghi, H. and Hadadinejad, M. 2017. Effect of Spacing and Primocane Number on Vegetative Index of Blackberry in Trellis System. In procceding of 10th Nat. Hort. Sci. Cong. Tarbiat Modares University, Tehran, September 4-7. (In Persian)
10. Fan-Chiang, H.J. and Wrolstad, R.E. 2005. Anthocyanin pigment composition of blackberries. J. Food Sci. 70: 3. 198-202.
11. Fathi, H., Jahani Jelodar, Y. and Bozari, N. 2015. Study of compatibility, vegetative and reproductive traits of some peach cultivars under Meshkinshahr climatic conditions. J. Crop Prod. Proc. 4: 13. 103-118. (In Persian)
12. Finn, C.E. and Clark, J.R. 2012 . Blackberry, In: Marisa Luisa Badenes & David H. Byrne (eds.), Fruit Breeding, Springer New York Dordrecht Heidelberg London, 892p.
13. Ghasemi, K., Hadadinejad, M. and Mohammadi, A.A. 2016. The comparison of antioxidant activity among three blackberry types in Mazandran. In proceeding of 1st National Symposium on Small Fruits, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Sep. 16-17. (In Persian)
14. Ghoneim, I., Shehata, S. and Mohamed, R. 2003. Effect of nitrogen, organic manure and biofertilizer application on strawberry plants II. Yield and fruit quality. J. Agric. Environ. Sci. Alex. Univ. Egypt. 2: 2. 63-87.
15. Ghorbani, A., Bakhshi, D., Haj Najari, H., Ghasemnejad, M. and Tghi Dost, P. 2011. Phenolic compounds and antioxidant activity of some Iranian and imported cultivars of apple in Karaj region. J. Hort. Sci. 24: 1. 83-90. (In Persian)
16. Gould, K., Davies, K. and Winefield, C. 2009. Anthocyanins Biosynthesis Functions and Applications. Springer. 345p.
17. Hassan, A. 2015. Effect of nitrogen fertilizer levels in the form of organic, inorganic and bio fertilizer applications on growth, yield and quality of strawberry. Veg. Dept. Fac. Agric. Cairo Univ. Egypt. 5: 2. 604-617.

18.Ho, L.C. 1988. Metabolism and compartmentation of imported sugars in sink organs in relation to sink strength. Annu. Rev. Plant Biol. 39: 1. 355-378.
19.Havko, N.E., Major, I.T., Jewell, J.B., Attaran, E., Browse, J. and Howe, G.A. 2016. Control of carbon assimilation and partitioning by jasmonate: an accounting of growth–defense trade offs plants. Plants (Basel). 15: 5(1).
20.Iranian Agriculture's statistics, horticultural products. 2016. (In Persian)
21.Kashi, A. and Hekmati, J. 2002. Growing strawberries. Siah Tiri Press. 121p. (In Persian)
22.Kataoka, I., Kubo, Y., Sugiura, A. and Tomana, T. 1983. Changes in L-phenylalanine ammonia-lyase activity and anthocyanin synthesis during berry ripening of three grape cultivars. J. Soc. Hort. Sci. 52: 3. 273-279.
23.Kiannejad Tajanaki, Z. and Bakhshi, D. 2017. The effect of three types nutrition on the yield and quality of Blackberry thornless fruit in the Babol region. MSc Thesis Pomology, Fac. Agri. Sci. Uni. Guilan. (In Persian)
24.Krawiec, P. 2016. Efficiency of some raspberry fertilization programs. Acta Hort. 1133: 305-310.
25.Kumar, S.A. and Denchev, Z. 2009. Development and characterization of phosphorus-containing siliconized epoxy resin coatings. Prog. Orga. Coat. 66: 1. 1-7.
26.Maghdouri, M., Arzani, K. and Bakhshi, D. 2014. Phenolic compounds and antioxidant acttivity of some Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.) cultivars under tehran climatic conditions, Seed Plant Prod. 30: 3. 315-326. (In Persian)
27.Mashayekhi, P. and Tatari, M. 2016. Effect of different concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium on some quantitative and qualitative characteristics of strawberry in hydroponic culture. J. Soil Sci. 30: 4. 391-402.
28.Milošević, T., Glišić, I., Glišić, I. and Milošević, N. 2018. Cane properties, yield, berry quality attributes and leaf nutrient composition of blackberry as affected by different fertilization regimes. Sci. Hort. 227: 48-56.
29.Mohammadpour Vashvaei, R., Ghanbari, A. and Fakheri, B.A. 2016. Effect of combined feeding system on N, P and K concentration, biochemical characteristics and calyxes yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Iran. J. Fie. Crop Sci. 46: 3. 497-517. (In Persian)
30.Moravati, A., Amiri, M.A. and Sarseifi, M. 2016. Influence of manure and Nitrogen fertilizer on vegetative growth and yield of Kurdistan strawberry cultivar. M.Sc. Thesis Pomology, Fac. Agric. Univ. Zanjan. (In Persian)
31.Mozafar, A. 1994. Enrichment of some B-vitamins in plants with application of organic fertilizers. Plant Soil. 167: 2. 305-311.
32.Perkins-Veazie, P. and Kalt, W. 2002. Postharvest storage of blackberry fruit does not increase antioxidant levels. Acta Hort. 585: 521-524.
33.Rana, G.S. and Singh, K. 1992. Storage life of sweet orange fruits as influenced by Fungicides, oil emulsion and packages practices. Crop. Res. 5: 150-155.
34.Reyes-Carmona, J., Yousef, G.G., Martínez-Peniche, R.A. and Lila, M.A. 2005. Antioxidant capacity of fruit extracts of blackberry (*Rubus* sp.) produced in different climatic regions. J. Food Sci. 70: 7. 497-503.
35.Shekari, F., Masiha, S. and Esmaeilpoor, B. 2007. Vegetables physiology. Zanjan Uni. Press. 394p. (In Persian)
36.Skinner, P.W. and Matthews, M.A. 1989. Reproductive development in grape (*Vitis vinifera* L.) under phosphorus-limited conditions. Sci. Hort. 38: 1-2. 49-60.
37.Sonsteby, A., Opstad, N., Myrheim, U. and Heide, M. 2009. Interaction of short day and timing of nitrogen fertilization on growth and flowering of Korona strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). Sci. Hort. 123: 4. 204-209.
38.Strik, B., Mann, J. and Finn, C. 1996. Percent drupelet set varies among blackberry genotypes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121: 3. 371-373.

39. Tabatabaei, S.J., Yusefi, M. and Hajiloo, J. 2008. Effects of shading and NO_3:NH_4 ratio on the yield, quality and N metabolism in strawberry. Sci. Hort. 116: 264-272.
40. Torre, L.C. and Barritt, B.H. 1977. Quantitative evaluation of *Rubus* fruit anthocyanin pigments. J. Food Sci. 42: 488-90.
41. Tucker, D.E., Allen, D.J. and Ort, D.R. 2004. Control of nitrate reductase by circadian and diurnal rhythms in tomato. Plan. Ber. 219: 2. 277-285.
42. Waterhouse, A.L. and Laurie, V.F. 2006. Oxidation of wine phenolics a critical evaluationand hypotheses on antioxidant capacity and bioactive compounds in raspberry fruit. Amer. J. Enol. Vitic. 57: 3. 306-313.
43. Woznicki, T.L., Heide, O.M., Remberg, S.F. and Sønsteby, A. 2016. Effects of controlled nutrient feeding and different temperatures during floral initiation on yield, berry size and drupelet numbers in red raspberry (*Rubus idaeus* L.). Sci. Hort. 212: 148-154.
44. Wrolstad, R.E. 1976. Color and pigment analysis in fruit products. Oregon Agriculture Experiment Station Corvallis, Oregon. Bulletin, 624.
45. Wu, R., Feri, B., Kennedy, A.J. and Zhao, Y. 2010. Effect of refrigerated storage and processing technologies on the bioactive compounds and antioxidant capacities of 'Marion'and 'Evergreen' blackberries. J. Food Sci. Technol. 43: 8. 1253-1264.
46. Yavari, S., Eshghi, S., Tafazoli, E. and Yavari, S. 2008. Effects of various organic substrates and nutrient solution on productivity and fruit quality of strawberry "Selva" (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). J. Fruit Ornam. Plant Res. 16: 167-178.
47. Leyser, O. and Day, S. 2015. Signal Transduction, In: B.W.G. Buchanan, & L.J. Russell Biochemistry & Molecular Biology, John Wiley & Sons, Ltd. 867p.