



دانشگاه گوارز، مشهد

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

جلد بیست و سوم، شماره دوم، ۱۳۹۵

<http://jopp.gau.ac.ir>

اثر روش‌های مختلف تربیت بر ویژگی‌های کمی، کیفی و غلظت عناصر غذایی میوه سیب (*Malus domestica* L.)

* عرفان سپهوند^۱، علی‌رضا طلایی^۲، محمدعلی عسکری سرچشمه^۳،

محمد رضا فتاحی مقدم^۴ و محمود قاسم‌نژاد^۵

^۱ کارشناس ارشد گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ^۲ استاد گروه علوم باغبانی،

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ^۳ استادیار گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی،

دانشگاه تهران، کرج، ^۴ دانشیار، گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج،

^۵ دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۵/۴

چکیده

سابقه و هدف: سیب یکی از مهم‌ترین محصولات باغی است که هر ساله سهم زیادی از تجارت جهانی محصولات کشاورزی را به خود اختصاص داده است (۴). مدیریت بهینه عوامل محیطی به‌ویژه استفاده درست از نور خورشید یکی از راهکارهای افزایش کمیت و کیفیت میوه است. استفاده از روش‌های تربیت از مهمترین عملیات باغی برای استفاده کامل و درست از نور خورشید است و افزون بر این، موجب افزایش عملکرد و کیفیت محصول و عمر پس از برداشت میوه و همچنین منجر به کاهش کاربرد سموم شیمیایی، آسیب دیدگی محصول روی گیاه و هزینه کارگری می‌شود (۷). بنابراین تحقیق حاضر، با هدف ارزیابی اثر سیستم‌های مختلف تربیت روی کمیت، کیفیت، میزان رنگ‌گیری و غلظت عناصر غذایی میوه سیب رقم‌های گالا و دلبار استیوال انجام شد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور ارزیابی نوع روش تربیت بر ویژگی‌های کمی، کیفی، غلظت عناصر غذایی و شاخص‌های رنگ‌گیری میوه درختان سیب، آزمایشی با دو عامل روش تربیت و رقم، به‌صورت فاکتوریل در

*مسئول مکاتبه: esepahvand@ut.ac.ir

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی (۲۳)، شماره (۲) ۱۳۹۵

قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار در سال ۱۳۹۲، انجام شد. روش‌های تربیت شامل (وی شکل، هایتک و کوردون) و رقم‌های سیب شامل (گالا و دلبار استیوال)، بودند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد، نوع روش تربیت به‌طور معنی‌داری بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه، غلظت عناصر غذایی و شاخص‌های رنگ‌گیری میوه مؤثر است. وزن تر، خشک و سطح برگ ($1/47$ و $0/51$ گرم و $4737/2$ میلی‌متر مربع) در روش هایتک به‌طور معنی‌داری از دو روش تربیتی دیگر بیشتر بود. بیشترین درصد تشکیل میوه به‌ترتیب در روش‌های هایتک ($14/67$ درصد) و وی شکل ($13/07$ درصد)، مشاهده شد در حالی‌که بیشترین میزان عملکرد و کارایی عملکرد به‌ترتیب در روش‌های کوردون ($13/42$ کیلوگرم بر هکتار و $0/88$ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) و هایتک ($11/23$ کیلوگرم بر هکتار و $0/69$ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)، مشاهده شد. مقدار سفیدی بافت میوه، شاخص a^* (سبزی- قرمزی) و غلظت عناصر فسفر، پتاسیم و کلسیم در میوه رقم گالا در هر سه روش تربیتی به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم دلبار استیوال بود. بر اساس نتایج به‌دست آمده، درصد تشکیل میوه نهایی ($13/65$ درصد)، میزان عملکرد ($14/49$ کیلوگرم در هر درخت) و کارایی عملکرد ($0/93$ کیلوگرم در سانتی‌متر مربع)، وزن میوه ($123/06$ گرم) و مقدار هدایت الکتریکی عصاره میوه ($1/21$)، در رقم گالا به‌طور معنی‌داری بیشتر از درصد تشکیل میوه نهایی ($10/86$ درصد)، میزان عملکرد و کارایی عملکرد ($7/13$ کیلوگرم در هر درخت و $0/53$ کیلوگرم در سانتی‌متر مربع)، وزن میوه ($101/63$ گرم) و مقدار هدایت الکتریکی عصاره میوه ($1/01$) در رقم دلبار استیوال بود. در حالی‌که مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون در رقم دلبار استیوال به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم گالا بود.

نتیجه‌گیری: در مجموع، نتایج حاصل از بررسی صفات کمی و کیفی، غلظت عناصر غذایی و شاخص‌های رنگ‌گیری میوه نشان داد که رقم گالا به‌ترتیب در روش‌های هایتک و وی شکل و رقم دلبار استیوال در روش‌های تربیتی هایتک و کوردون دارای وضعیت مطلوب‌تری بودند.

کلمات کلیدی: سیب، روش‌های تربیت، ویژگی‌های کمی و کیفی، عناصر غذایی، رنگ پوست میوه

مقدمه

سیب از مهم‌ترین محصولات باغی است که هر ساله سهم زیادی از تجارت جهانی محصولات کشاورزی را به خود اختصاص داده است. بر اساس آمار سازمان خوار و بار جهانی فائو میزان تولید سیب در جهان در سال ۲۰۱۱ حدود ۷۶ میلیون تن بود که ایران با میزان تولید ۲/۸۰۰/۰۰۰ تن مقام چهارم را دارا می‌باشد (۶). علی‌رغم این‌که ایران مقام چهارم جهانی را در تولید میوه سیب به خود اختصاص داده است، اما سهم کمی در تجارت بین‌المللی این میوه دارد. دلایل زیادی برای این امر وجود دارد که از جمله آن می‌توان به پایین بودن کیفیت میوه‌های تولید شده اشاره کرد (۴).

مدیریت بهینه عوامل محیطی به‌ویژه استفاده درست از نور خورشید یکی از راهکارهای افزایش کمیت و کیفیت میوه است. استفاده از روش‌های تربیت از مهمترین عملیات باغی برای استفاده کامل و درست از نور خورشید است و افزون بر این، موجب افزایش عملکرد و کیفیت محصول و عمر پس از برداشت میوه و همچنین منجر به کاهش کاربرد سموم شیمیایی، آسیب دیدگی محصول روی گیاه و هزینه کارگری می‌شود (۷). روش‌های تربیتی که امروزه در جهان برای درختان سیب استفاده می‌شود شامل کروی، مخروطی، پهن یا دیواری و فرم وی شکل^۱ است. یکی از انواع شکل‌های مخروطی، فرم هایتهک^۲ می‌باشد که به‌طور ویژه برای نواحی تولید سیب که آفتاب سوختگی شدید دارند، طراحی گردیده است. از اهداف دیگر این روش عملکرد اولیه بالا در هکتار، کارایی بالای نیروی کار و کیفیت بالای میوه می‌باشد (۲). یکی از متداول‌ترین انواع روش‌های دیواری، فرم کوردون^۳ است که در درجه اول برای انگور و در درجه دوم برای سیب مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش در مناطقی که اغلب فصول سال هوا ابری می‌باشد، می‌تواند از حداکثر نور خورشید بهره‌گیرد (۷). گزارش شده است که روش تربیت وی شکل باعث افزایش عملکرد در هکتار، افزایش کیفیت و بهبود ورود نور به داخل تاج درختان می‌شوند (۱۶). همچنین گزارش شده است که نوع روش یک اثر دائمی روی اندازه میوه دارد و همچنین روش کاشت بر روی کیفیت میوه تأثیر دارد (۷). توجنکو و همکاران (۲۰۰۴)، با بررسی اثرات روش‌های کاشت و تراکم‌های مختلف روی کیفیت، عملکرد و نمو رویشی ارقام آیدارد^۴، آلستر^۵، گالا^۶ درخت سیب در دو روش تک ردیفه و روش وی شکل دریافتند که عملکرد

-
- 1- V-shaped
 - 2- Hitech
 - 3- Cordon
 - 4- Ayard
 - 5- Alester
 - 6- Gala

تجمعی روش وی شکل به‌طور معنی‌داری در کلیه ارقام بیشتر از روش تک ردیفه می‌باشد. همچنین ارقام آلستر و آیدارد به‌طور معنی‌داری عملکرد بالاتری نسبت به سایر ارقام در سیستم تک ردیفه بودند. کیفیت میوه ارقام مختلف نیز در دو روش، متفاوت بود (۱۸). ملاند و هاولند (۱۹۹۷)، با مطالعه رقم سامررد^۱ در پنج روش دوک آزاد^۲، دوکی باریک^۳، وای^۴، وی شکل و محور عمودی^۵ در تراکم‌های مختلف دریافتند که روش محور عمودی به‌طور معنی‌داری سیب‌های کوچکتری نسبت به سایر روش‌ها تولید می‌کند. محتوای مواد جامد محلول، رنگ زمینه و سطحی به مقدار ناچیزی تحت تأثیر روش قرار گرفت و عملکرد بالا دو شاخص قند و طعم میوه را کاهش داد (۱۳). وبر (۲۰۰۰)، با مقایسه روش کاشت دوکی باریک و دوکی سوپر^۶ در سیب بیان نمود که نوع روش روی عملکرد تجمعی مؤثر است. در این آزمایش روش دوکی سوپر، عملکرد تجمعی بالاتری از دوکی باریک داشت اما اندازه میوه و رنگ میوه در دوکی سوپر کاهش یافت (۱۹).

بالر و همکاران (۲۰۰۱)، با مقایسه سه روش جدید کاشت شامل دوکی باریک، های تک و میکادو^۷ دریافتند که عملکرد روش‌ها متغیر است به‌طوری که دوکی باریک و میکادو عملکرد بالاتری نسبت به روش‌های دیگر داشتند و همچنین میکادو بهترین اندازه میوه و بهترین توزیع نور در تاج را داشت (۳). در پژوهشی دیگر اثر چند نوع روش تربیتی مختلف روی صفات کمی و کیفی رقم جانانگلد بررسی و نشان داده شد که کیفیت میوه در روش‌های وی شکل و تک ردیفه دوکی بیشتر از روش‌های دیگر بود (۱۱). رابینسون (۲۰۰۷)، با مطالعه شش روش کاشت در گیلان بیان می‌دارند که روش وی شکل و دوکی باریک بالاترین اندازه میوه، عملکرد و مواد جامد محلول را دارند (۱۵). حسن و همکاران (۲۰۱۰)، اثر دو نوع روش تربیتی پهن و محور مرکزی باز را روی ویژگی‌های کیفی و کمی میوه و میزان مواد معدنی موجود در برگ در سیب رقم آنا بررسی و نشان دادند که روش تربیتی پهن به‌طور معنی‌داری میزان نیتروژن و پتاسیم برگ را افزایش داد. همچنین قطر و طول شاخساره، میزان سطح برگ، کیفیت میوه، میزان تشکیل میوه و عملکرد در این روش به‌طور معنی‌داری از روش جامی بیشتر بود (۸). آتیو و همکاران (۲۰۰۱)، گزارش کرده است که پایه و رقم در کنش با

- 1- Summerred
- 2- Free spindle
- 3- Slender spindle
- 4- Y
- 5- Vertical axis
- 6- Super spindle
- 7- Mikado

محل کشت روی سطح مقطع تنه، ارتفاع درخت، گسترش تاج، عملکرد در هکتار، کارآیی عملکرد و اندازه میوه مؤثر است (۱). همچنین استرایکیک و همکاران (۲۰۰۷)، با مقایسه چهار رقم زردآلو در روش وی شکل دریافتند که نوع روش روی سطح مقطع عرضی تنه ارقام مؤثر است به طوری که اختلاف ارقام معنی دار بوده است (۱۷). در پژوهش دیگری، لوبیانکو و همکاران (۲۰۰۷)، با مطالعه اثرات روش وی شکل روی ریشه، عملکرد و کیفیت میوه در گلابی‌های کنفرانس و ویلیامز دریافتند که وزن خشک ریشه، حجم تاج، سطح برگ، نسبت سطح برگ به ریشه در دو رقم متفاوت بوده و گوشت میوه ویلیامز سفت‌تر از رقم دیگر بوده و اثر ارقام روی این صفات معنی دار بود (۱۲).

با توجه به سنتی بودن روش تربیت بیشتر باغ‌های کشور و شروع توسعه روش‌های نوین باغداری در کشور و مشکل پایین بودن کمیت و کیفیت میوه‌های تولید شده در بسیاری از نقاط کشور از جمله شهرستان کرج، تعیین مناسب‌ترین روش و رقم با توجه به شرایط اقلیمی مناطق عمده تولید سیب کشور می‌تواند از اهمیت بالایی برخوردار باشد. بنابراین، هدف کلی از این پژوهش، ارزیابی اثر روش‌های مختلف تربیت روی کمیت، کیفیت، میزان رنگ‌گیری و غلظت عناصر غذایی میوه سیب رقم‌های گالا و دلبار استیوال بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل روش تربیت در سه سطح (وی، هایتک و کوردون) و رقم در دو سطح (دلبار استیوال و گالا) طی سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات علوم باغبانی پردیس کشاورزی دانشگاه تهران، واقع در کرج انجام شد. برای هر روش تربیتی ۱۶ درخت و در هر درخت ۴ شاخه در چهار جهت جغرافیایی در نظر گرفته شد. به منظور انجام این تحقیق از درختان سیب ۷ ساله از ارقام دلبار استیوال و گالا که روی پایه M9 پیوند و به روش‌های وی شکل، هایتک و کوردون پنج طبقه تربیت شده بودند، استفاده شد. فاصله درختان روی ردیف‌ها در سیستم وی، هایتک و کوردون به ترتیب ۱، ۱/۷۵ و ۱/۷۵ متر و فاصله بین ردیف‌ها به ترتیب ۳/۵، ۴ و ۴ متر بودند.

به منظور اندازه‌گیری و مقایسه چگونگی رشد دو رقم دلبار استیوال و گالا در روش‌های تربیتی مختلف، قطر تنه درختان در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری بالای محل پیوند در دو جهت شمالی-جنوبی و شرقی-غربی اندازه‌گیری و سپس از آن‌ها میانگین گرفته شد. داده‌های به دست آمده با فرمول $S = \pi r^2$ به شاخص سطح مقطع عرضی تنه تبدیل گردید (۵). به منظور محاسبه درصد تشکیل میوه

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی (۲۳)، شماره (۲) ۱۳۹۵

اولیه و ثانویه و درصد ریزش قبل از برداشت، تعداد گل‌ها روی هر شاخه در زمان تمام گل شمارش شد و به دنبال آن در نیمه اردیبهشت ماه تعداد میوه باقی‌مانده روی شاخه‌ها شمارش شد و این عمل در نیمه خرداد ماه نیز تکرار شد. پیش از برداشت محصول درختان نیز تعداد میوه باقیمانده روی شاخه‌های انتخابی جهت بررسی وضعیت ریزش قبل از برداشت شمارش شد. در نهایت درصد تشکیل میوه اولیه و ثانویه و درصد ریزش قبل از برداشت، طبق رابطه‌های زیر محاسبه شدند (۵).

تعداد میوه شمارش شده در نیمه اردیبهشت ماه

$$\text{رابطه (۱)} \quad 100 \times \frac{\text{تعداد میوه اولیه}}{\text{تعداد میوه شمارش شده در نیمه خرداد ماه}} = \text{درصد تشکیل}$$

تعداد میوه شمارش شده در نیمه خرداد ماه

$$\text{رابطه (۲)} \quad 100 \times \frac{\text{تعداد گل شمارش شده در درخت}}{\text{عملکرد درخت (کیلوگرم)}} = \text{درصد تشکیل میوه ثانویه}$$

$$\text{رابطه (۳)} \quad \frac{\text{کارایی عملکرد}}{\text{سطح مقطع تنه درخت (سانتی‌متر مربع)}} =$$

تعداد میوه شمارش شده قبل از برداشت -

تعداد میوه شمارش شده در نیمه خرداد ماه

$$\text{رابطه (۴)} \quad 100 \times \frac{\text{تعداد میوه شمارش شده در نیمه خرداد ماه}}{\text{تعداد میوه شمارش شده قبل از برداشت}} = \text{درصد ریزش قبل از برداشت}$$

به‌منظور اندازه‌گیری وزن تر و خشک برگ‌ها، ۱۲ برگ از قسمت بالای شاخه، (واقع در گره‌های پنجم و ششم انتهای شاخه اصلی)، در پایان آزمایش از گیاهان جدا و وزن شدند و سپس به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و وزن خشک آن‌ها محاسبه شد. همچنین، به‌منظور اندازه‌گیری سطح برگ گیاهان، ۱۲ برگ از قسمت بالایی شاخه، (واقع در گره‌های پنجم و ششم انتهای شاخه اصلی)، انتخاب و سطح برگ آن‌ها در پایان آزمایش با استفاده از دستگاه سنجش سطح برگ مدل (USA, Li 1300, LI-Cor)، اندازه‌گیری شد (۷).

در نهایت، میوه‌های ارقام مورد مطالعه در هنگام بلوغ تجاری بر اساس تعداد روزهای پس از مرحله تمام گل (در رقم دلباراستیوال ۱۱۵ روز و رقم گالا ۱۱۰ روز در شرایط اقلیمی کرج) برداشت شدند و عملکرد هر درخت (کیلوگرم) با استفاده از ترازوی باسکولی دیجیتالی وزن شدند. تعداد ۱۰ میوه از هر واحد آزمایشی انتخاب و میانگین طول میوه (میلی‌متر)، قطر میوه (میلی‌متر)، نسبت طول به قطر میوه، وزن میوه (گرم) و سفتی بافت میوه اندازه‌گیری شدند. سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه سفتی‌سنج دستی (USA, FT-327, Mc cormic)، در دو قسمت استوایی میوه پس از پوست کنی اندازه‌گیری و نتایج به‌صورت کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بیان شد (۱۳). قسمتی از تمامی میوه‌های هر واحد آزمایشی عصاره‌گیری و برای اندازه‌گیری مقدار مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون استفاده شد. مقدار مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه قندسنج (رفراکتومتر) دستی مدل (USA, BS-eclipse)، اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری مقدار اسید قابل تیتراسیون ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره میوه با ۹۰ میلی‌لیتر آب دوبار تقطیر (دی یونیزه) مخلوط و با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH نهایی ۸/۲ تیتر شد. مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون بر اساس غالبیت اسید مالیک و با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (۱۳).

رابطه (۵)

$$100 \times \left(\frac{\text{حجم سود مصرفی} \times \text{نرمالیتة سود مصرفی} \times \text{وزن اکی والان اسید غالب}}{\text{حجم نمونه تیتر شده} \times 1000} \right) = \text{درصد اسیدیته قابل تیتراسیون}$$

رنگ ظاهری میوه با استفاده از رنگ‌سنج مینولتا مدل (USA, CR-400)، بررسی گردید. در هر مرحله اندازه‌گیری از هر تیمار ۱۲ میوه به تصادف انتخاب گردید و قرائت‌ها از سه نقطه مقابل هم در روی میوه انجام شد و شاخص‌های رنگ L^* (میزان درخشندگی)، a^* (قرمز-سبز) و b^* (زرد-آبی) اندازه‌گیری شدند. همچنین میزان کروما و زاویه هیو با معادله‌های زیر محاسبه شدند (۱۴).

$$C = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad \text{رابطه (۶)} \quad h^0 = 180 + \tan^{-1} b^*/a^*, \text{ if } a^* < 0 \quad \text{رابطه (۷)}$$

زاویه هیو صفر درجه بیانگر رنگ قرمز-صورتی، زاویه ۹۰ درجه بیانگر رنگ زرد، زاویه ۱۸۰ درجه بیانگر رنگ خاکستری-سبز و زاویه ۲۷۰ درجه بیانگر رنگ آبی می‌باشند. شاخص اشباع کروما، شدت یا خلوص هیو را نشان می‌دهد (۱۴).

به‌منظور اندازه‌گیری عناصر غذایی در میوه، پس از اتمام دوره آزمایش، میوه‌ها جدا و پس از شستشوی دقیق، میوه‌ها به ابعاد کوچکتری تقسیم شدند و سپس در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸

ساعت قرار داده شدند و پس از خشک شدن، با آسیاب برقی به صورت پودر در آورده شدند. نمونه‌های پودر میوه در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد خاکستر شدند و عصاره‌گیری از خاکستر مواد گیاهی با استفاده از ۲ میلی‌لیتر کلریدریک اسید ۲ نرمال و آب مقطر و رساندن به حجم ۵۰ میلی‌لیتر انجام شد (۱۰). غلظت پتاسیم در عصاره با دستگاه فلیم فتومتر (England, PFP7, Jenway)، فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتری مدل (Canada, V-, MAPADA 1100)، در طول موج ۸۰ اندازه‌گیری شدند. همچنین مقدار، کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد (۱۰). در نهایت داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه (۹/۱) تجزیه و سپس مقایسه میانگین‌ها با کمک آزمون دانکن و نرم‌افزار MSTATC، انجام شد.

نتایج و بحث

صفات رویشی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که اثر نوع تربیت و رقم بر طول رویشی شاخه، وزن تر، خشک و سطح برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود ولی اثر معنی‌داری روی سایر صفات رویشی اندازه‌گیری شده نداشتند. بر اساس نتایج به‌دست آمده، بیشترین طول شاخه در روش هایتک مشاهده شد که با طول شاخه‌هایی که با روش وی تربیت شده بودند، اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین طول شاخه در روش کوردون مشاهده شد (جدول ۳). طول شاخه ارقام گالا به‌طور معنی‌داری از طول شاخه ارقام دلباراستیوال بیشتر بود (جدول ۴). گزارش شده است که نوع روش تربیتی و رقم در کنش با محل کشت بر ویژگی‌های رویشی گیاه از جمله طول رویشی شاخه اثر معنی‌دار دارد (۱۷، ۱۲، ۱).

بر اساس نتایج به‌دست آمده (جدول ۳)، وزن تر، خشک و سطح برگ در روش هایتک به‌طور معنی‌داری از دو روش تربیتی دیگر بیشتر بود. همچنین، وزن تر، خشک و سطح برگ در رقم دلباراستیوال به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم گالا بود (جدول ۴). این نتایج با نتایج لوبیانکو و همکاران (۲۰۰۷)، که با بررسی اثرات روش وی شکل روی وزن خشک ریشه، عملکرد و کیفیت میوه در رقم‌های کنفرانس و ویلیامز گلابی گزارش کرده بودند، وزن خشک ریشه، حجم تاج، سطح برگ، نسبت سطح برگ به ریشه در دو رقم متفاوت بوده و اثر ارقام روی این صفات معنی‌دار بود، مطابقت داشت (۱۲).

صفات زایشی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر روش بر درصد تشکیل میوه اولیه و درصد ریزش اولیه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد ولی اثر رقم و برهمکنش رقم و روش بر این صفات اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۲). بر اساس نتایج به‌دست آمده درصد تشکیل میوه اولیه در روش وی

۵۸/۲۱ درصد) به طور معنی داری از درصد تشکیل میوه اولیه در روش های هایتک (۴۰/۷۲ درصد) و کوردون (۳۲/۷۵ درصد)، بیشتر بود (جدول ۵). در واقع این نتایج نشان می دهد که درصد ریزش اولیه میوه در دو روش هایتک و کوردون به طور معنی داری از روش وی بیشتر بود. همان طور که در جدول ۲ مشاهده می شود، اثر رقم بر درصد تشکیل میوه ثانویه و درصد ریزش ثانویه (بعد از ریزش خرداد ماه)، در سطح ۵ درصد معنی دار شد ولی اثر روش و برهمکنش رقم و روش بر این صفات اختلاف معنی داری را نشان ندادند. نتایج مقایسه میانگین داده ها نشان داد که درصد تشکیل میوه ثانویه در رقم دلبار استیوال (۳۳/۲۸ درصد) به طور معنی داری از درصد تشکیل میوه ثانویه در رقم گالا (۱۹/۰۱ درصد)، بیشتر بود (جدول ۶).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر روش های تربیتی و رقم بر صفات رویشی سیب (*Malus domestica* L.).

Table 1. Analysis variance of training methods and cultivar effects on vegetative traits of apple (*Malus domestica* L.).

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.f	میانگین مربعات MS							
		طول رویشی شاخه Vegetative length of branch	قطر تنه در شروع فصل Trunk diameter in initial season	قطر تنه در پایان فصل Trunk diameter in end season	میزان رشد قطر تنه در طول فصل رشد Rate growth of trunk diameter in during the growing season	سطح مقطع عرضی تنه Trunk cross-sectional area	وزن خشک برگ Dry weight of leaf	وزن تر برگ Fresh weight of leaf	سطح برگ Leaf area
روش (Methods)	2	454.87*	1.578 ^{ns}	15.01 ^{ns}	7.54 ^{ns}	74.40 ^{ns}	0.004*	0.088**	470467.1*
رقم (Cultivar)	1	2930.46*	62.565 ^{ns}	60.92 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.05*	0.40**	142936.8**
تکرار (Replication)	1	267.61 ^{ns}	33.76 ^{ns}	45.19 ^{ns}	0.83 ^{ns}	8.16 ^{ns}	0.00001 ^{ns}	0.012 ^{ns}	27538.4 ^{ns}
روش * رقم (Methods * Cultivar)	2	55.005 ^{ns}	24.27 ^{ns}	16.88 ^{ns}	1.36 ^{ns}	13.45 ^{ns}	0.0016 ^{ns}	0.008 ^{ns}	96186.1 ^{ns}
خطا (Error)	17	122.758	76.88	90.176	3.23	31.87	0.0071	0.012	112002.81
ضریب تغییرات (C.V)	-	24.19	19.25	18.67	23.87	22.87	16.52	8.29	8.79

* و ** به ترتیب فاقد اختلاف معنی دار و معنی دار در سطوح ۵ و ۱ درصد. N.S: غیر معنی دار.

* and ** Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively. N.S: Non-significant.

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی (۲۳)، شماره (۲) ۱۳۹۵

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر روش‌های تربیتی و رقم بر صفات زایشی سیب.

Table 2. Analysis variance of training methods and cultivar effects on generative traits of apple.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.f	میانگین مربعات MS								
		تشکیل میوه اولیه Early fruit set	ریزش اولیه Early downfall	تشکیل میوه ثانویه Secondary fruit set	ریزش ثانویه Secondary downfall	تشکیل میوه نهایی Final fruit set	ریزش نهایی Final downfall	ریزش قبل از برداشت Pre-harvest down fall	کارایی عملکرد Yield efficiency	میزان عملکرد Yield
روش (Methods)	2	1356.39*	1356.39*	129.31 ^{ns}	129.31 ^{ns}	35.16*	35.16*	480.97*	0.163*	68.87*
رقم (Cultivar)	1	395.76 ^{ns}	395.76 ^{ns}	1222.51*	1222.51*	19.02*	19.02*	7944.67**	0.95**	321.20**
تکرار (Replication)	1	178.31 ^{ns}	178.31 ^{ns}	19.128 ^{ns}	19.128 ^{ns}	34.48 ^{ns}	34.48 ^{ns}	128.83 ^{ns}	0.33 ^{ns}	89.23 ^{ns}
روش*رقم (Methods *Cultivar)	2	526.99 ^{ns}	526.99 ^{ns}	13.17 ^{ns}	13.17 ^{ns}	81.90 ^{ns}	81.90 ^{ns}	424.81 ^{ns}	0.24 ^{ns}	20.24 ^{ns}
خطا (Error)	17	235.57	235.57	151.47	151.47	49.25	49.25	211.68	0.15	20.79
ضریب تغییرات (C.V)	-	24.97	24.35	25.07	25.07	24.03	24.03	21.89	23.14	22.19

* و ** به ترتیب فاقد اختلاف معنی دار و معنی دار در سطوح ۵ و ۱ درصد. N.S: غیر معنی دار.

* and ** Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively. N.S: Non-significant.

جدول ۳- اثر روش‌های تربیت بر صفات رویشی سیب.

Table 3. Effect of training methods on the vegetative traits of apple.

ترتیب (Rank)	روش (Methods)	طول رویشی شاخه Vegetative length of branch (cm)	وزن خشک برگ Dry weight of leaf (gr)	وزن تر برگ Fresh weight of leaf (gr)	سطح برگ Leaf area (cm ²)
1	وی (V)	44.42 ^{ab}	0.46 ^b	1.32 ^b	4192.1 ^b
2	هاینک (Hitech)	48.55 ^a	0.51 ^a	1.47 ^a	4567.2 ^a
3	کردون (Kordon)	33.92 ^b	0.45 ^b	1.27 ^b	4113.4 ^b

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

Means in each column and for each factor, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۴- اثر رقم بر صفات رویشی سیب.

Table 4. Effect of cultivar on the vegetative traits apple.

ترتیب (Rank)	رقم (Cultivar)	طول رویشی شاخه (cm)	وزن خشک برگ (gr)	وزن تر برگ (gr)	سطح برگ (cm ²)
1	دلبار استیبال Delbar	31.25 ^b	0.53 ^a	1.48 ^a	4534.9 ^a
2	گالا Stival	53.35 ^a	0.44 ^b	1.22 ^b	4046.8 ^b

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column and for each factor, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۵- اثر روش‌های تربیت بر صفات زایشی سیب.

Table 5. Effect of training systems on the genrative traits apple.

ترتیب (Rank)	روش (Methods)	تشکیل میوه اولیه Early fruit set (%)	ریزش اولیه Early downfall (%)	ریزش قبل از برداشت Pre-harvest down fall (%)	تشکیل میوه نهایی Final fruit set (%)	ریزش نهایی Final downfall (%)	میزان عملکرد Yield (kg/ha)	کارایی عملکرد Yield efficiency (kg/cm ²)
1	وی (V)	58.21 ^a	41.79 ^b	53.61 ^a	13.07 ^{ab}	86.93 ^{ab}	7.62 ^b	0.6 ^b
2	هایتک (Hitech)	40.72 ^b	59.28 ^a	38.13 ^b	14.67 ^a	85.33 ^b	11.23 ^{ab}	0.69 ^{ab}
3	کردون (Kordon)	32.75 ^b	67.25 ^a	45.11 ^{ab}	10.51 ^b	89.49 ^a	13.42 ^a	0.88 ^a

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column and for each factor, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

Table 6. Effect of cultivar on the generative traits apple.

رتب (Rank)	رقم (Cultivar)	تشکیل میوه ثانویه Secondary fruit set (%)	ریزش ثانویه Secondary downfall (%)	ریزش قبل از برداشت Pre-harvest down fall (%)	تشکیل میوه نهایی Final fruit set (%)	ریزش نهایی Final downfall (%)	میزان عملکرد Yield (kg/ha)	کارایی عملکرد Yield efficiency (kg/cm ²)
1	دلبار Delbar استیبال Stival	33.28 ^a	66.72 ^b	63.81 ^a	10.86 ^b	90.14 ^a	7.13 ^b	0.53 ^b
2	گالا Gala	19.008 ^b	80.99 ^a	27.42 ^b	13.65 ^a	86.35 ^b	14.49 ^a	0.93 ^a

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column and for each factor, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر روش و رقم بر درصد تشکیل میوه نهایی و درصد ریزش نهایی در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد ولی اثر برهمکنش رقم و نوع ترتیب بر این صفات اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۲). بر اساس نتایج به‌دست آمده درصد تشکیل میوه نهایی در هایتک (۱۴/۶۷ درصد) به‌طور معنی‌داری از درصد تشکیل میوه ثانویه در کوردون (۱۰/۵۱ درصد)، بیشتر بود. درصد تشکیل میوه نهایی در روش وی در بین این دو روش قرار داشت (جدول ۵). این نتایج حاکی از آن است، علاوه‌بر این‌که در صد ریزش میوه، در روش‌های بررسی شده با یکدیگر متفاوت بود، از نظر چگونگی روند ریزش میوه نیز، در طی فصل با یکدیگر اختلاف داشتند. میزان ریزش اولیه در روش وی به‌طور معنی‌داری از دو روش دیگر کمتر بود ولی همان‌طور که از نتایج مشاهده گردید، درصد ریزش نهایی در این روش از هایتک بیشتر بود. بر اساس نتایج به‌دست آمده درصد تشکیل میوه نهایی در رقم گالا (۱۳/۶۵ درصد) به‌طور معنی‌داری از درصد تشکیل میوه نهایی در رقم دلبار استیبال (۱۰/۸۶ درصد)، بیشتر بود. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۶)، نشان داد که اثر روش بر میزان عملکرد و کارایی عملکرد در سطح ۱ درصد و اثر رقم بر این صفات در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد ولی اثر برهمکنش رقم و روش بر این صفات اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که میزان عملکرد و کارایی عملکرد در روش کوردون به‌طور معنی‌داری از مقدار عملکرد و کارایی عملکرد در روش وی بیشتر بود ولی با روش هایتک اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۶). همچنین نتایج نشان دادند که میزان عملکرد و کارایی عملکرد در رقم گالا (۱۴/۴۹ کیلوگرم در هر درخت و ۰/۹۳ کیلوگرم در سانتی‌متر مربع) به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم دلباراستیوال (۷/۱۳ کیلوگرم در هر درخت و ۰/۵۳ کیلوگرم در سانتی‌متر مربع) بود (جدول ۴). این نتایج با نتایج حسن و همکاران (۲۰۱۰) که اثر دو نوع سیستم تربیتی پهن و محور مرکزی باز را بر میزان تشکیل میوه و عملکرد سیب رقم آنا بررسی و گزارش کرده بودند، همسو بود. آن‌ها بیان کردند در روش تربیتی پهن، شرایط مناسب‌تر برای دریافت نور توسط درخت، فراهم تر از روش جامی بود که منتج به شرایط فتوسنتزی بهتری برای درخت شده و در نتیجه باعث افزایش میزان تشکیل میوه و عملکرد شد (۸).

صفات کمی و کیفی میوه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۷) نشان داد که اثر روش، برهمکنش اثر روش و رقم بر وزن، طول و قطر میوه در سطح ۱ درصد و اثر رقم تنها بر وزن و طول میوه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد ولی بر میزان قطر میوه اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۱۱) نشان داد که وزن میوه گالا در روش تربیتی هایتک به‌طور معنی‌داری از وزن میوه دلبار استیوال تولید شده با این روش بیشتر بود. نتایج نشان داد که بیشترین وزن میوه سیب در رقم گالا با روش تربیتی هایتک (۱۲۳/۰۶ گرم) و در رقم دلبار استیوال با روش تربیتی وی (۱۰۱/۶۳ گرم) مشاهده شد. طول و قطر میوه سیب رقم گالا در روش‌های تربیتی هایتک و وی به‌طور معنی‌داری از طول و قطر میوه سیب این رقم که با روش تربیتی کوردون تولید شده بودند، بیشتر بود. در مجموع بیشترین طول میوه در رقم گالا تولید شده با روش تربیتی وی و کمترین طول میوه در رقم دلبار استیوال تولید شده با روش تربیتی هایتک، مشاهده شد. همچنین بیشترین و کمترین قطر میوه به‌ترتیب در رقم گالا تربیت شده با سیستم تربیتی هایتک و کوردون مشاهده شد. محققین دیگر نیز به اثر نوع روش تربیتی بر تغییرات اندازه میوه در ارقام گیلان (۱۵)، سیب رقم آنا (۸)، گلایی رقم‌های کنفرانس و ویلبامز (۱۲)، اشاره کرده بودند.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۷)، اثر سیستم و رقم بر میزان هدایت الکتریکی عصاره میوه (EC)، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) و نسبت میزان مواد جامد محلول به میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (TSS/TA) در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد ولی برهمکنش اثر روش و رقم بر مقدار این صفات اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. همچنین نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان دادند که اثر

رقم و برهمکنش روش و رقم بر مقدار pH میوه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد ولی اثر روش بر مقدار آن اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، مقدار هدایت الکتریکی عصاره میوه در روش های تک به‌طور معنی‌داری از دو روش تربیتی دیگر بیشتر بود (جدول ۹). همچنین مقدار هدایت الکتریکی عصاره میوه در رقم گالا به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم دلبار استیوال بود (جدول ۱۰). بر اساس نتایج به‌دست آمده، مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون در روش‌های های تک و کوردون به‌طور معنی‌داری از مقدار آن در روش وی، بیشتر بود ولی در این دو روش با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۹). همچنین مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون در رقم دلبار استیوال به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم گالا بود (جدول ۱۰). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار pH به‌ترتیب در رقم‌های گالا و دلبار استیوال تربیت شده با روش های تک (۴/۳۲ و ۴/۶۸)، مشاهده شد (جدول ۱۱). این نتایج با نتایج (حسن و همکاران، ۲۰۱۰؛ لیزنار، ۲۰۰۶؛ بالر و همکاران، ۲۰۰۱؛ هرتکو، ۲۰۱۳)، همسو بود. این پژوهشگران با بررسی اثر روش‌های تربیتی مختلف بر صفات کیفی میوه سبب گزارش نمودند که سیستم‌ها از طریق تأثیر بر میزان فتوسنتز و بهبود وضعیت تولید کربوهیدرات‌ها و انتقال آن‌ها در طول دوره بلوغ میوه بر خواص کیفی میوه مانند میزان مواد جامد محلول، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون و نسبت بین آن‌ها به‌طور معنی‌داری بر صفات کیفی میوه سبب اثر دارند (۱۱، ۹، ۸، ۳).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر رقم و برهمکنش رقم و روش تربیتی بر میزان سفتی بافت میوه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد و لی اثر روش بر مقدار آن اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۷). بر اساس نتایج به‌دست آمده، مقدار سفتی بافت میوه رقم گالا در هر ۳ روش تربیتی بیشتر از رقم دلبار استیوال بود. بیشترین مقدار سفتی بافت میوه در رقم گالا تربیت شده با روش های تک (۹/۲۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) و کمترین مقدار آن در رقم دلبار استیوال تولید شده با روش وی (۷/۰۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)، مشاهده شد (جدول ۱۱). نتایج حاصل از این بخش با نتایج لوبیانکو و همکاران (۲۰۰۷)، مطابقت داشت. این پژوهشگران نیز اثرات روش وی روی کیفیت میوه در ارقام گلابی کنفرانس و ویلیامز را گزارش کرده بودند به‌طوری که در مطالعه آن‌ها مشخص شده بود، گوشت میوه گلابی رقم ویلیامز سفت تر از رقم دیگر بود (۱۲).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۸)، نشان داد که اثر روش و برهمکنش روش و رقم تنها بر میزان a^* پوست میوه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد و بر سایر شاخص‌های رنگ میوه تأثیر معنی‌داری نداشت. همچنین اثر رقم بر میزان L^* و b^* در سطح ۱ درصد و بر مقدار a^* و زاویه هیو در سطح ۱

درصد معنی‌دار شد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، مقدار L^* پوست میوه سیب رقم دلبار استیوال به‌طور معنی‌داری از رقم گالا بیشتر بود در حالی‌که مقدار شاخص b^* و شاخص کروما در رقم گالا به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۱۰). همان‌طور که از جدول ۹ مشاهده می‌شود، شاخص a^* رقم گالا در هر سه روش تربیتی بیشتر از رقم دلبار استیوال بود. در مجموع بیشترین مقدار شاخص a^* در میوه‌های رقم گالا تولید شده با هایتک و کمترین مقدار آن در میوه‌های رقم دلبار استیوال تولید شده با کوردون مشاهده شد (جدول ۱۱). این نتایج نشان می‌دهد، علاوه‌بر این‌که توسعه رنگ قرمز در رقم دلبار استیوال در شرایط اقلیمی کرج کمتر از رقم گالا می‌باشد، توسعه رنگ قرمز تحت تأثیر روش تربیتی نیز قرار می‌گیرد. این نتایج با یافته‌های (سوسانا و کاپلینکا، ۲۰۰۰؛ توجنکو و همکاران، ۲۰۰۴؛ حسن و همکاران، ۲۰۱۰؛ هرکتو، ۲۰۱۳)، همسو بود. این پژوهشگران با بررسی اثر روش‌های تربیتی مختلف بر صفات کیفی میوه سیب گزارش نمودند که روش‌ها از طریق تأثیر بر میزان دریافت نور و تأثیر آن بر میزان فتوسنتز و بهبود وضعیت تولید کربوهیدرات‌ها و انتقال آن‌ها در طول دوره بلوغ میوه بر میزان بهبود کیفیت میوه، مؤثرند (۱۸، ۱۶، ۸).

جدول ۷- تجزیه واریانس اثر روش‌های تربیت و رقم بر صفات کمی و کیفی میوه سیب (*Malus domestica* L.).

Table 7. Analysis variance of training method and cultivar effects on qualitative and quantitative traits of apple fruit (*Malus domestica* L.).

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.f	میانگین مربعات MS									
		وزن میوه	طول میوه	قطر میوه	سفتی بافت میوه	طول/ قطر میوه	TSS	EC	pH	TA	TSS/TA
روش (Method)	2	736.99*	58.75**	55.32**	0.79 ^{ns}	0.0016 ^{ns}	0.88 ^{ns}	8.56**	0.001 ^{ns}	0.012**	107.47**
رقم (Cultivar)	1	1240.41*	20.17*	9.63 ^{ns}	8.65**	0.0007 ^{ns}	2.80 ^{ns}	0.24**	0.31**	0.031**	368.56**
تکرار (Replication)	1	0.05 ^{ns}	14.15 ^{ns}	0.40 ^{ns}	0.27 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.56 ^{ns}	0.00001 ^{ns}	0.0027 ^{ns}	0.0003 ^{ns}	5.83 ^{ns}
روش*رقم (Method *Cultivar)	2	592.81**	40.49**	38.87**	1.27**	0.003 ^{ns}	1.21 ^{ns}	0.008 ^{ns}	0.037**	0.001 ^{ns}	0.85 ^{ns}
خطا (Error)	17	154.61	6.31	6.31	0.31	0.0006	1.88	0.007	0.003	0.001	4.88
ضریب تغییرات (درصد) (C.V)	-	12.51	4.78	4.09	6.79	2.89	10.47	7.25	1.39	9.31	6.52

* و ** به ترتیب فاقد اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد. N.S: غیر معنی‌دار.

* and ** Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively. N.S: Non-significant.

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی (۲۳)، شماره (۲) ۱۳۹۵

جدول ۸- نتایج تجزیه واریانس اثر روش‌های تربیتی و رقم بر شاخص‌های رنگ پوست میوه سیب (*Malus domestica* L.).

Table 8. Analysis variance of training method and cultivar effects on apple fruit skin color (*Malus domestica* L.).

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.f	MS میانگین مربعات				
		L*	a*	B*	زاویه هیو	زاویه کروما
روش (Method)	2	107.47 ^{ns}	2.64*	66.72 ^{ns}	14.56 ^{ns}	1.56 ^{ns}
رقم (Cultivar)	1	368.55**	61.21*	1537.92**	62.14 ^{ns}	0.021*
تکرار (Replication)	1	5.83 ^{ns}	1.85 ^{ns}	10.44 ^{ns}	9.27 ^{ns}	0.34 ^{ns}
روش*رقم (Method *Cultivar)	2	0.85 ^{ns}	3.96*	42.79 ^{ns}	16.23 ^{ns}	2.55 ^{ns}
خطا (Error)	17	4.88	10.58	57.61	7.99	3.19
ضریب تغییرات (درصد) (C.V.)	-	6.52	4.54	12.43	5.81	0.99

* و ** به ترتیب فاقد اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد. N.S: غیر معنی‌دار.

* and ** Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively. N.S: Non-significant

جدول ۹- اثر روش‌های تربیتی بر ویژگی‌های کیفی میوه سیب (*Malus domestica* L.).

Table 9. Effect of training method on qualitative traits of apple fruit (*Malus domestica* L.).

ترتیب (Rank)	روش (Method)	EC	(%) TA	TSS/TA
1	وی (V)	1.08 ^b	0.35 ^b	38.08 ^a
2	هاینک (Hitech)	1.2 ^a	0.43 ^a	31.48 ^b
3	کردون (Kordon)	1.04 ^b	0.40 ^a	32.02 ^b

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column and for each factor, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۱۰- اثر رقم بر ویژگی‌های کیفی میوه سیب (*Malus domestica* L.).

Table 10. Effect of cultivar on qualitative traits of apple fruit (*Malus domestica* L.).

ترتیب (Rank)	رقم (Cultivar)	EC	TA (%)	TSS/TA	L*	b*	شاخص کروما
1	دلبار استیوال (Delbar stival)	1.01 ^b	0.43 ^a	29.94 ^b	73.12 ^a	47.01 ^b	1176.35 ^b
2	گالا (Gala)	1.21 ^a	0.36 ^b	37.78 ^a	69.93 ^b	50.23 ^a	1314.26 ^a

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column and for each factor, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۱۱- برهمکنش اثر روش‌های تربیتی و رقم بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه سیب (*Malus domestica* L.).

Table 11. Interaction of training method and cultivar effects on qualitative and quantitative traits of apple Fruit (*Malus domestica* L.).

ترتیب (Rank)	روش (Method)	رقم (Cultivar)	وزن میوه (Fruit weight (gr))	طول میوه (Fruit length (mm))	قطر میوه (Fruit diameter (mm))	سفتی بافت میوه (Fruit tissue firmness (Kg/cm ²))	pH	a*
1	وی (V)	دلبار استیوال (Delbar stival)	101.63 ^{bc}	53.75 ^{ab}	61.95 ^{ab}	7.01 ^c	4.37 ^d	-0.83 ^b
2		گالا (Gala)	115.47 ^{ab}	56.35 ^a	64.28 ^a	8.99 ^a	4.63 ^{ab}	8.50 ^{ab}
3	هاینک	دلبار استیوال (Delbar stival)	91.20 ^c	49.80 ^c	59.93 ^{bc}	8.01 ^b	4.32 ^d	-6.37 ^{bc}
4	(Hitech)	گالا (Gala)	123.06 ^a	55.70 ^a	64.97 ^a	9.25 ^a	4.68 ^a	9.74 ^a
5	کردون	دلبار استیوال (Delbar stival)	92.54 ^c	51.15 ^{bc}	60.05 ^{bc}	8.08 ^b	4.48 ^c	-12.93 ^c
6	(Kordon)	گالا (Gala)	89.98 ^c	48.15 ^c	56.47 ^c	8.46 ^{ab}	4.56 ^{bc}	7.65 ^{ab}

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column and for each factor, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱۲)، نشان داد که اثر روش، رقم و برهمکنش اثر روش و رقم بر غلظت پتاسیم، کلسیم، منیزیم، فسفر، نسبت کلسیم به منیزیم و نسبت کلسیم به فسفر در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، غلظت پتاسیم در میوه‌های رقم گالا در هر سه روش تربیتی به‌طور معنی‌داری بیشتر از غلظت آن در میوه‌های رقم دلبار استیوال بود. بیشترین و کمترین غلظت پتاسیم به‌ترتیب در میوه‌های گالا تولید شده با روش وی (۱۱۳۱/۴۸ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) و میوه‌های دلبار استیوال تولید شده با روش کوردون (۴۵۴/۸۳ میلی‌گرم در گرم وزن خشک)، مشاهده شد. همان‌طور که از جدول ۱۳ مشاهده می‌شود، غلظت فسفر در میوه‌های رقم گالا در هر سه روش تربیتی به‌طور معنی‌داری بیشتر از غلظت آن در میوه‌های رقم دلبار استیوال بود. بیشترین و کمترین غلظت فسفر به‌ترتیب در میوه‌های گالا تولید شده با روش وی (۰/۲۱۵ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) و میوه‌های دلبار استیوال تولید شده با روش کوردون (۰/۱۱۵ میلی‌گرم در گرم وزن خشک)، مشاهده شد.

بر اساس نتایج به‌دست آمده، غلظت کلسیم در میوه‌های رقم گالا در هر سه روش تربیتی به‌طور معنی‌داری بیشتر از غلظت آن در میوه‌های رقم دلبار استیوال بود. بیشترین غلظت کلسیم در میوه‌های گالا تولید شده با روش وی (۱/۹۵ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) و کمترین غلظت آن در میوه‌های

رقم دلبار استیوال تولید شده با روش کوردون (۱/۰۲ میلی‌گرم در گرم وزن خشک)، مشاهده شد (جدول ۱۳).

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۱۳)، نشان داد که غلظت منیزیم در میوه‌های تولید شده در روش های تک به‌طور معنی‌داری از دو روش دیگر بیشتر بود. غلظت منیزیم در میوه‌های رقم گالا تولید شده با دو روش وی و کوردون به‌طور معنی‌داری از غلظت آن در میوه‌های رقم دلبار استیوال تولید شده با این دو روش، بیشتر بود. نتایج حاصل از بررسی نسبت کلسیم به منیزیم نشان داد که بیشترین نسبت کلسیم به منیزیم در میوه‌های رقم گالا تولید شده با روش وی (۰/۷۵) و کمترین نسبت آن در میوه‌های رقم گالا تولید شده با روش‌های کوردون و های تک (۰/۲۹ و ۰/۲۸)، مشاهده شد. همچنین بیشترین نسبت کلسیم به فسفر در میوه‌های رقم دلبار استیوال تولید شده با های تک و کمترین مقدار آن در میوه‌های رقم گالا تولید شده با روش کوردون مشاهده شد (جدول ۱۳).

به‌طور کلی نتایج حاصل از بررسی وضعیت عناصر غذایی در دو رقم گالا و دلبار استیوال در روش‌های تربیتی مختلف نشان داد که، غلظت فسفر، پتاسیم و کلسیم در رقم گالا در هر سه روش تربیتی به‌طور معنی‌داری از رقم گالا بیشتر بود. همچنین، هر دو رقم گالا و دلبار استیوال، در روش‌های تربیتی های تک و وی دارای وضعیت مطلوب‌تری از نظر غلظت عناصر غذایی بودند. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج حسن و همکاران (۲۰۱۰)، مطابقت داشت. این پژوهشگران، اثر دو نوع سیستم تربیتی پهن و محور مرکزی باز را روی میزان مواد معدنی موجود در برگ سیب رقم آنا بررسی و نشان دادند که روش تربیتی پهن به‌طور معنی‌داری میزان نیتروژن و پتاسیم برگ را افزایش داد. نوع روش تربیتی از طریق تأثیر بر میزان دریافت نور توسط درخت و تأثیر آن بر میزان فتوسنتز درخت بر میزان جذب و انتقال کربوهیدرات‌ها و عناصر غذایی به میوه و بهبود وضعیت کیفی میوه، مؤثر است (۸).

جدول ۱۲- نتایج تجزیه واریانس اثر روش‌های تربیت و رقم بر غلظت عناصر غذایی میوه سیب (*Malus domestica* L.).
Table 12. Analysis variance of training systems and cultivars effects on concentration of nutrition elements of apple fruit (*Malus domestica* L.).

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.f	میانگین مربعات MS					
		پتاسیم (K)	فسفر (P)	کلسیم (Ca)	منیزیم (Mg)	کلسیم/ منیزیم (Ca/Mg)	کلسیم/ فسفر (Ca/P)
روش (Method)	2	131401.48**	0.003**	0.308**	9.85**	0.192**	8.77**
رقم (Cultivar)	1	867440.97**	0.015**	0.481**	4.55**	0.003**	7.97**
تکرار (Replication)	1	40.22 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.015 ^{ns}	0.0003 ^{ns}	0.017 ^{ns}
روش*رقم (System*Cultivar)	2	3876.42**	0.0022**	0.650**	3.65**	0.177**	8.40**
خطا (Error)	17	13.213	0.00001 ₇ **	0.0019	0.007	0.00035	0.082
ضریب تغییرات (درصد) (C.V)	-	1.50	1.87	3.35	2.60	4.18	3.24

* و ** به ترتیب فاقد اختلاف معنی دار و معنی دار در سطوح ۵ و ۱ درصد. N.S: غیر معنی دار.
* and ** Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively. N.S: Non-significant

جدول ۱۳- برهمکنش اثر روش‌های تربیت و رقم بر غلظت عناصر غذایی میوه سیب (*Malus domestica* L.).
Table 13. Interaction of training Method and cultivar effects on concentration of nutrition elements of apple fruit (*Malus domestica* L.).

ترتیب (Rank)	روش (Method)	رقم	پتاسیم (K) (Mg/g)	فسفر (P) (Mg/g)	کلسیم (Ca) (Mg/g)	منیزیم (Mg) (Mg/g)	کلسیم/ منیزیم (Ca/Mg) (Mg/g)	کلسیم/ فسفر (Ca/P) (Mg/g)
1	وی (V)	دلبار استیوال (Delbar stival)	610.77 ^d	0.132 ^d	1.05 ^d	2.25 ^d	0.47 ^c	7.92 ^c
2		گالا (Gala)	1131.48 ^a	0.215 ^a	1.95 ^a	2.60 ^c	0.75 ^a	9.05 ^b
3	هاینک (Hitech)	دلبار استیوال (Delbar stival)	535.34 ^e	0.128 ^d	1.48 ^b	4.61 ^a	0.32 ^d	11.44 ^a
4		گالا (Gala)	741.36 ^c	0.145 ^c	1.25 ^c	4.45 ^a	0.28 ^d	8.61 ^b
5	کردون (Kordon)	دلبار استیوال (Delbar stival)	454.83 ^f	0.115 ^e	1.025 ^d	1.70 ^e	0.60 ^b	8.90 ^b
6		گالا (Gala)	868.78 ^b	0.167 ^b	1.20 ^c	4.10 ^b	0.29 ^d	7.15 ^d

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

Means in each column and for each factor, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که نوع تربیت می‌تواند به‌طور معنی‌داری بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه، غلظت عناصر غذایی و شاخص‌های رنگ‌گیری میوه مؤثر باشد به‌طوری که کارایی هایتک در شرایط اقلیمی کرج نسبت به دو روش دیگر، بیشتر بود. همچنین، نتایج نشان دادند، وضعیت کمی و کیفی میوه در رقم گالا در شرایط اقلیمی کرج مطلوب‌تر از رقم دلبار استیوال بود. در مجموع، نتایج حاصل از بررسی صفات کمی و کیفی، غلظت عناصر غذایی و شاخص‌های رنگ‌گیری میوه نشان داد که رقم گالا به‌ترتیب در روش‌های تربیتی هایتک و وی شکل و رقم دلبار استیوال در روش‌های تربیتی هایتک و کوردون دارای وضعیت مطلوب‌تری بودند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از صندوق حمایت از پژوهشگران کشور که در قالب طرح مطالعات کاربردی صنعت تولید سیب در ایران با استفاده از فناوری‌های نوین و قطب فیزیولوژی، اصلاح و بیوتکنولوژی درختان میوه مناطق معتدله که زمینه انجام چنین پژوهش‌هایی را فراهم نموده‌اند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

1. Autio, W.R., Anderson, J.L., Barden, J.A., Brown, G.R., Crassweller, R.M., Domato, P.A., Erb, A., Ferre, D.C., Gaus, A., Hirst, P.M., Mullins, C.A., and Schupp, J.R. 2001. Location affects performance of Golden Delicious, Jonagold, Empire and Rome Beauty apple trees on five rootstocks over ten years in the 1990. NC-140 cultivar/rootstock trial. J. Am. Pomol. Soc. 55(3): 138-143.
2. Barrit, B.H. 1992. Intensive orchard management. Good Fruit Grower. Yakima, Washington. 20: 1-12.
3. Buler, Z., Mika, A., Trader, W., and Chlebowska, D. 2001. Influence of new training systems of dwarf and semi dwarf apple trees on yield, its quality and canopy illumination. Acta. Hort. 557: 253-259.
4. Dolaty Baneh, H., Hasani, A., Majidi, A., Zomorodi, Sh., Hasani, Gh., and Malakoti, M.J. 2002. Effect concentration of foliar of calcium chloride on firmness and post harvest properties of red delicious apples in Urmia. J. Agri. Sci. 12(4): 47-54. (In Persian)

5. Ershadi, A. 1997. Investigation and comparison of the effects scion of apple cultivars Golab Kohanz, Shafiabadi, Red delicious and Golden smoothie on six rootstocks Malyng and Malyng Merton, M.Sc. Thesis, Tehran University, Faculty of Agriculture, Iran, 90p. (In Persian)
6. FAO, 201. Food and Agricultural Commodities Production. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
7. Ferree, D.C., and Warrington, I.J. 2003. Apples: botany, production and uses. CABI Publishing. 660p.
8. Hassan, H., Sarrwy, S., Mostafa, E., and Dorria, M. 2010. Influence of training systems on leaf mineral contents, growth, and yield and fruit quality of “Anna” apple trees. *J. Agric Bio. Sci*, 6(4): 443-448.
9. Hrtko, K. 2013. Development in fruit trees production systems. *J. AgroLife Sci*. 2(1): 28-35.
10. Jones, C.G., and Hartley, S.E. 1999. A protein competition model of phenol allocation. *Oikos*. 86: 27-44.
11. Licznar, M. 2006. Training system and fruit quality in the apple cultivar Janagold. *J. Fruit Ornam. Plant Res*. 14(2): 213-218.
12. Lo Bianco, R., Policarpo, M., Scariano, L., and Marco, L. Di. 2007. Vegetative and tree reproductive behavior of Conference and Williams pear trees trained to V-Shape system. *Acta. Hort*. 732: 457-462.
13. Meland, M., and Hovland, O. 1997. High density planting systems in Summered apples in a northern climatic. *Acta. Hort*. 451: 467-472.
14. Pek, Z., Helyes, L., and Lugasi, A. 2010. Color changes and antioxidant content on vine and postharvest ripened tomato fruits. *Hort. Sci*. 45: 465-468.
15. Robinson, T.L. 2007. Recent advances and future directions in orchard planting systems. *Acta. Hort*. 732: 367-382.
16. Sosna, I., and Czaplicka, M. 2008. The influence of two training systems on growth and cropping of three pear cultivars. *J. Fruit Ornam. Plant Res*. 16: 75-81.
17. Strikic, F., Radunic, M., and Rosin, J. 2007. Apricot growth and productivity in high density orchard. *Acta. Hort*. 732: 495-500.
18. Tojnko, S., Unuk, T., Schlauer, B., and Zadavec, P. 2004. Comparison of systems and density of apple planting. *Hort. Sci*. 39: 768-776.
19. Weber, M.S. 2000. The super spindle system. *Acta. Hort*. 513: 271-277.

