Archive of SID

به‌زراعی کشاورزی
دوره ۱۷ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۴
صفحه‌های ۴۰۲-۳۸۵

بررسی برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی سه رقم سیب (*Malus domestica* Borkh.) پیوندشده روی پایه‌های رویشی MM111، MM106 و M9

مهدی شاعری[1]، ولی ربیعی[2] و مهدی طاهری[3]

۱. کارشناس ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۲. دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۳. استادیار، بخش آب و خاک، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان، زنجان، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۰۱/۱۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۹/۱۷

چکیده

در زمان احداث باغ سیب، مهم‌ترین تصمیم انتخاب پایه و رقم است. پایه و رقم، بر اندازهٔ درخت، عملکرد و کیفیت میوه تأثیر دارند. عدم بررسی کافی تأثیر پایه‌ها و ارقام بر صفات یادشده، به نتیجهٔ نادرست یا عدم موفقیت در مدیریت باغ می‌انجامد. در این آزمایش، اثر سه پایهٔ رویشی MM106، MM111 و M9 بر رشد رویشی و زایشی و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی سه رقم سیب (*Malus domestica* Borkh.) 'گلدن‌دلیشز'، 'فوجی' و 'دلباراستیوال' به‌صورت فاکتوریل بر پایهٔ طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شهرستان خدابنده (استان زنجان) در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ بررسی شد. نتایج نشان داد ترکیب‌های مختلف پایه و رقم اثر معناداری بر قدرت رویشی، تشکیل میوهٔ اولیه و نهایی، عملکرد در درخت و عملکرد در هکتار، میزان وزن خشک میوه، سرعت فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و شدت تعرق برگ، کارایی مصرف آب و کربوهیدرات‌های محلول در برگ دارد. رقم 'گلدن‌دلیشز' بیشترین و رقم 'فوجی' کمترین طول میوه را در دو سال آزمایش دارا بودند. بیشترین قطر تاج درخت در رقم 'دلباراستیوال' مشاهده شد. در میان پایه‌های بررسی‌شده، کمترین قطر تاج درخت در پایهٔ M9 مشاهده شد. فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز تحت تأثیر رقم و پایه قرار گرفت و بیشترین فعالیت این آنزیم در برگ‌های رقم 'گلدن‌دلیشز' روی پایهٔ M9 اندازه‌گیری شد. 'دلباراستیوال' روی پایهٔ MM106 و 'گلدن‌دلیشز' روی پایهٔ M9، مناسب‌ترین ترکیب‌های پیوندی از نظر خصوصیات بررسی‌شده در این پژوهش تشخیص داده شدند.

کلیدواژه‌ها: آنزیم نیترات ردوکتاز، ریزش جودرو، سیب، عملکرد، کربوهیدرات‌ها.

* نویسنده مسئول Email: rabiei@znu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

سیب میوه پرمصرف است که هم به‌دلیل خواص غذایی وهم به‌دلیل قابلیت انبارمانی طولانی ، طی ماه‌های زیادی از سال در دسترس مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد [۱۵]. سودآوری باغ سیب به تولید مقدار زیاد محصول باکیفیت و بازارپسند بستگی دارد [۴۸]. استفاده از پایهٔ مناسب یکی از روش‌های ارزان و انعطاف‌پذیر کنترل قدرت رشد درختان است [۵۲]. در حال حاضر، بیشترین علاقه در مورد کنترل اندازهٔ درخت، به پایه‌هایی گرایش یافته است که درختانی تقریباً در اندازه پایهٔ M9 تولید می‌کنند [۱۲]. رقم 'پیوندک' هم باید با پایه، سازگار باشد. ارقام سیب که به‌شدت از نوع اسپورتایپ هستند، باید دارای پایه‌های قوی‌تری نسبت به ارقام استاندارد باشند. ارقام اسپورتایپ که روی پایه‌های کوتاه‌کننده، استوارند، شاخه‌های بارده کمی تولید می‌کنند و ازاین‌رو باردهی اندک دارند و میوه‌های کوچک با کیفیت کمتر تولید می‌کنند [۴۴]. در تحقیقی در مورد اثر پایه بر مورفولوژی ساقه و اسپورها، پایه‌های قوی، اسپورهایی با برگ‌های اختصاصی بزرگ‌تر و مجموع سطح برگ بیشتر در اسپور داشتند [۲۹]. خصوصیات آناتومیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی هر ترکیب پایه و پیوندک مستقل است، بنابراین پایه می‌تواند تمام جنبه‌های رقم 'پیوندک'، از قبیل رشد رویشی، مقدار محصول، کیفیت میوه، جذب عناصر غذایی و عمر انباری میوه را تحت تأثیر قرار دهد. رقم 'پیوندک' نیز عمق و گسترش رشد ریشه را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱].

عملکرد میوه به دو عامل اساسی تعداد میوه و اندازهٔ میوه بستگی دارد. دو راه اساسی برای بهبود بخشیدن به تولید محصول وجود دارد. عامل اول افزایش مقدار کل مادهٔ خشک تولیدشده در باغ؛ و عامل دوم تقویت مقدار مواد خشک تولیدشده در درخت که به میوه تخصیص می‌یابد است [۵۳]. فعالیت فتوسنتزی برگ‌ها، منشأ بیش از ۹۰ درصد مادهٔ خشک تولیدشدهٔ توسط درختان سیب است [۲۷]. فتوسنتز کل تاج درخت به سرعت فتوسنتز برگ، میزان نور دریافت‌شده توسط کل تاج و سطح برگ بستگی دارد. این عوامل نیز خود توسط خصوصیات محصول (ژنتیک، مرحلهٔ نمو)، محیط (نور، دما، وضعیت آب، غلظت دی‌اکسید کربن) و عملیات باغبانی (تغذیه، هرس، آبیاری و مدیریت آفات) کنترل می‌شوند [۵۳]. در تحقیقی سرعت فتوسنتز و میزان تعرق در درختان پیوندی روی پایه‌های M9 و M7 بررسی شد که در نتیجهٔ آن، درختان پیوندی روی پایهٔ M9، طی سه ماه تابستان سرعت فتوسنتز و تعرق بیشتری را نشان دادند [۱۷]. ارقام سیب از نظر سرعت تعرق، اختلاف دارند. اظهار شده است که این اختلاف شاید به‌دلیل تفاوت ساختار شاخه‌ها باشد که میزان نور دریافتی را تنظیم می‌کنند یا به‌دلیل تفاوت از نظر وظایف فیزیولوژیکی برگ یا هر دو عامل [۳۹]. طول و قطر میوه از اختصاصات رقم است [۵]. در شرایط کانزاس آمریکا وجود ۲۰ برگ به‌ازای هر میوه در سیب‌های 'دلیشز' در مقایسه با ارقام دیگر که ۴۰ تا ۵۰ برگ به‌ازای هر میوه داشتند، موجب تولید میوه‌های بزرگ‌تر شد [۴۳]. پایه می‌تواند از طریق اثرگذاری بر عملکرد، بر اندازهٔ میوه نیز تأثیرگذار باشد [۴۲].

تولید مداوم و یکنواخت میوه با خصوصیات مطلوب، زمانی محقق می‌شود که تعادل میان بخش‌های رویشی و زایشی برقرار شود [۴۸]. نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر معدنی مورد استفادهٔ گیاهان است. در بین فرم‌های قابل جذب، نیترات منبع اصلی نیتروژن در طبیعت است. نیترات ردوکتاز کلید هضم نیتروژن گیاهی و اولین آنزیم برای احیای نیتروژن معدنی و انتقال آن در چرخهٔ متابولیسم است و توان فعالیت آن می‌تواند در رشدونمو گیاه تأثیر مستقیم داشته باشد. یکی از راه‌های ممکن برای بررسی متابولیسم نیتروژن، اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز است [۴۵]. متابولیسم نیتروژن و کربوهیدرات ارتباط مستقیمی با یکدیگر دارند، زیرا متابولیسم نیتروژن،

www.SID.ir

Archive of SID

ماشین فتوسنتزی را برای تولید کربوهیدرات؛ و متابولیسم کربوهیدرات، اسکلت کربنی و الکترون مورد نیاز برای احیای نیترات را فراهم می‌کند [۱۱]. به این صورت که نیترات در سیتوسول سلول، توسط آنزیم نیترات ردوکتاز به نیتریت تبدیل می‌شود. نیتریت به‌جای تجمع در سیتوسول و ایجاد مسمومیت به‌سرعت به پلاستیدها (کلروپلاست‌ها در برگ‌های سبز و پروپلاستیدها در بافت‌های غیرسبز) انتقال می‌یابد و به آمونیوم یا آمونیاک احیا می‌شود. این ترکیبات نیز در سلول‌های گیاهی تجمع نمی‌یابند و به‌سرعت به ساختمان ترکیبات آلی وارد می‌شوند. از طرف دیگر NADH یا NADPH که در جریان این فعل و انفعالات و همچنین از تنفس ترکیبات آلی حاصل از آن تولید می‌شود، به‌عنوان عامل دهندهٔ الکترون برای فعالیت آنزیم نیترات‌ردوکتاز خواهد بود؛ اما سنتز آنزیم نیترات‌ردوکتاز توسط پیش‌مادهٔ آن یعنی خود نیترات، کنترل می‌شود و نیترات، سنتز آنزیم را القا می‌کند [۳]. زمانی که فراهمی نیترات برای ریشه‌ها کم باشد، احیای نیترات ابتدا در ریشه‌ها صورت می‌پذیرد. با افزایش مقدار نیترات، قسمت زیادی از متابولیسم آن در برگ‌ها انجام خواهد گرفت، زیرا در این شرایط، احیای ریشه‌ای نیترات محدود می‌شود [۳۴، ۲، ۳]. تحقیقات دربارهٔ فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در برگ‌های سیب نشان داده که فعالیت این آنزیم در برگ‌های سیب نسبت به ریشه بیشتر بوده است [۳۴ ، ۲].

نتایجی را که از ترکیب یک واریتهٔ خاص با یک پایه تحت شرایط مخصوص یک منطقه به‌دست آمده است نمی‌توان به مناطق دیگر تعمیم داد [۳۲]. ازاین‌رو در مناطق مختلف، تأثیر پایه‌ها بررسی شده است تا مناسب‌ترین پایه برای هر منطقه توصیه شود [۱۳]. ازآنجا که ارقام سیب دارای ابعاد و اندازه‌های مختلف تاج و اشکال گوناگون (عادت رشد) هستند، تأثیرات پایه که موجب تغییر مورفولوژی و فنولوژی در ارقامی با عادت‌های رشدی متفاوت می‌شود، می‌تواند مورد توجه به‌نژادگران، محققان و پرورش‌دهندگان قرار گیرد [۴۹]. هدف پژوهش حاضر، ارزیابی برخی خصوصیات رویشی، زایشی و شاخص‌های فیزیولوژیکی سه رقم پیوندشده روی سه پایهٔ رویشی سیب در شرایط آب‌وهوایی منطقهٔ خدابندهٔ استان زنجان بود.

۲. مواد و روش‌ها

این تحقیق بر روی درختان نه‌ساله ارقام 'دلباراستیوال'، 'گلدن‌دلیشز' و 'فوجی' پیوندشده روی پایه‌های M9، MM106 و MM111 در باغ پیوند پرهام واقع در شهرستان خدابنده در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ انجام گرفت. خدابنده (قیدار) یکی از شهرهای استان زنجان است که در ۸۶ کیلومتری جنوب شرقی مرکز استان واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریای آزاد ۲۰۵۰ متر است. این شهرستان در طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۴۵ درجه و ۵۰ دقیقهٔ شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۳۵ دقیقهٔ شمالی خط استوا واقع است. آب‌وهوای سرد و کوهستانی و پربرف و دشت‌های دارای آب‌وهوای معتدل و خشک، اقلیم منطقه را تشکیل می‌دهد [۶]. الگوی کاشت درختان به‌صورت دوردیفی و فاصلهٔ درختان در مورد هر سه رقم که روی پایهٔ M9 قرار داشتند بین ردیف سه و روی ردیف ۱/۷ × ۱/۷ متر و در درختانی که هر سه رقم روی پایه‌های MM106 و MM111 قرار داشتند بین ردیف چهار و روی ردیف ۲/۵ × ۲/۵ متر بود. روش آبیاری، قطره‌ای بود و مبارزه با علف‌های هرز با استفاده از علف‌کش انجام گرفت.

به‌منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری صورت گرفت و نمونه‌ها به آزمایشگاه آب و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان منتقل شدند (جدول ۱).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. نتایج تجزیهٔ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

عمق	اسیدیته	هدایت الکتریکی	P Av. †	K Av. ††	OC †††	TNV ††††	B	Fe	Mn	Zn	Cu	CLAY	SILT	SAND
(cm)		(ds/m)	(ppm)	(ppm)	(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(%)	(%)	(%)
۰–۳۰	۷/۶۹	۱/۲۱	۴۶/۲	۵۶۷	۰/۸۸	۲۰/۵	۱/۶	۴/۲	۲۰/۲	۲/۶	۲/۵	۲۶	۴۸	۲۶
۳۰–۶۰	۷/۶۴	۱/۷۴	۱۹/۶	۳۹۳	۰/۸۷	۲۲/۹	۱/۴	۴/۴	۲۱/۹	۲/۲	۲/۷	۳۰	۴۴	۲۶

† فسفر قابل دسترس ‌ ‌ †† پتاسیم قابل دسترس ‌ ‌ ††† مواد آلی ‌ ‌ †††† مواد خنثی‌کننده

اندازه‌گیری صفات رویشی و مورفولوژیکی بعد از برداشت محصول و در ابتدای آبان هر سال انجام گرفت. برای تعیین حجم درخت، از رابطهٔ ۱ استفاده شد:

(۱)

$$\text{حجم درخت} = \frac{\text{ارتفاع درخت} \times (\text{میانگین قطر تاج})}{٤}$$

برای محاسبهٔ قطر تاج، در دو جهت درخت قطر تاج اندازه‌گیری و سپس میانگین آن درنظر گرفته شد [۹]. طول شاخهٔ یکساله با استفاده از متر نواری در اواخر فصل رویشی و از جهت‌ها و قسمت‌های مختلف درخت در ۱۰ شاخه اندازه‌گیری شد [۴۹]. برای اندازه‌گیری طول میان‌گره، در همان شاخه‌هایی که طول شاخه اندازه‌گیری شده بود، تعداد میان‌گره‌ها شمارش شد و با تقسیم طول شاخه بر تعداد میان‌گره، متوسط طول میان‌گره برای هر شاخه به‌دست آمد [۴۹]. قطر شاخهٔ یکساله نیز با استفاده از کولیس و در همان شاخه‌هایی که طول شاخه اندازه‌گیری شده بود، تعیین شد. به‌منظور تعیین میانگین سطح برگ درختان در اوایل مرداد، از جهت‌ها و قسمت‌های مختلف هر درخت پنج برگ چیده شد. سطح برگ توسط دستگاه (Leaf area meter -700) قرائت شد [۲۴].

به‌منظور تعیین تعداد میوهٔ تشکیل‌شده اولیه در هر شاخه، ۱۵ روز بعد از گلدهی کامل، تعداد میوه‌های تشکیل‌شده در چهار شاخه در چهار جهت هر درخت شمارش شد. آنگاه میانگین چهار شاخه برای آن درخت محاسبه شد و سپس میانگین دو درخت برای یک تکرار محاسبه شد و برای تعیین تشکیل میوهٔ نهایی و درصد ریزش میوه، ۵۰ روز بعد از گلدهی کامل میوه‌های همان چهار شاخه که میوه‌های اولیهٔ آنها شمرده شده بود، شمارش شد و با توجه به تعداد میوهٔ اولیه و نهایی درصد میوه‌های ریزش‌شده مشخص می‌شود. برای تعیین عملکرد در درخت، بعد از رسیدن میوه‌ها و هنگام فصل برداشت، کل محصول هر کدام از درختان بررسی‌شده جمع شده و توزین شدند. باتوجه به معلوم بودن مساحت هر تکرار و عملکرد در درخت، میزان عملکرد در هکتار مشخص شد. برای تعیین شاخص سال‌آوری از فرمول زیر استفاده شد:

(۲)

$$\text{شاخص سال‌آوری} = \frac{\text{تفاوت محصول دو سال متوالی}}{\text{مجموع محصول دو سال متوالی}} \times ۱۰۰$$

اگر عدد به‌دست‌آمده کمتر از ۵۰ باشد، درخت دچار سال‌آوری نیست؛ ولی اگر بیش از ۵۰ باشد، سال‌آوری وجود دارد [۹]. به‌منظور بررسی صفات میوه، در زمان رسیدن، پنج میوه از شاخه‌هایی که تعداد میوه در آنها شمارش شده بود چیده شد. طول و قطر میوه‌ها با استفاده از کولیس معمولی، جداگانه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک میوه‌ها، پس از پوست‌گیری میوه برش زده شد و از قسمت‌های مختلف بافت گوشتی بدون

www.SID.ir

Archive of SID

بـذر آن مقـداری جـدا و بـا تـرازوی دقیـق وزن شـده و یادداشت شد، سپس نمونه‌ها در داخل آون بـا حـرارت ۷۵ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ سـاعت بـرای خشـک کـردن قرار داده شد. بعد از خشک شدن، نمونه‌ها از آون خارج و توزین شد. در نهایت بـا داشـتن وزن تـر و خشـک همـان نمونه، می‌توان درصد وزن خشک میـوه را بـه‌دسـت آورد. برای اندازه‌گیـری کـل مـواد جامـد محلـول از رفراکتـومتر دستی (ERMA INC 0-32 %) ساخت ژاپن) اسـتفاده شـد. این وسیله مقدار کل مواد جامد محلول میوه را که قسـمت بیشتر آن را قندهای محلول تشکیل مـی‌دهنـد، بـه‌صـورت بریکس یا درصد نشان می‌دهد.

شاخص‌هـای مـرتبط بـا فتوسـنتز بـرگ بـا اسـتفاده از دستگاه پرتابل اندازه‌گیری فتوسنتز IRGA (مـدل LCA 4) بعد از تشکیل میوهٔ نهایی، حدود ۷۵ روز بعد از تمـام گـل در اواخر تیر، بین ساعت‌های ۱۰ تا ۱۳ انـدازه‌گیـری شـد. برگ به‌گونه‌ای زیر اتاقک دستگاه قـرار گرفـت کـه سـطح فوقانی آن به‌طرف بالا قرار گیرد، تا نور کافی دریافت کنـد و پس از ثابت شدن اعداد، هدایت روزنه‌ای براساس (مول دی‌اکسید کربن بر مترمربع در ثانیه)، شدت تعرق براسـاس (میلی‌مـول آب بـر مترمربـع در ثانیـه) و سـرعت فتوسـنتز خالص براساس (میکرومول دی‌اکسید کربن بر مترمربـع در ثانیه) ثبت گردید. کارایی مصرف آب (سرعت فتوسنتز بـر شـدت تعـرق) براسـاس میکرومـول دی‌اکسـیدکربن بـر میلی‌مول آب تعیین شد [۴۰].

برای اندازه‌گیری کربوهیدرات‌هـای محلـول، در وسـط خرداد، حدود ۳۰ روز بعـد از تمـام‌گـل، نمونـه‌بـرداری از برگ‌های غیراسپوری واقـع در قسـمت میـانی شـاخه‌هـای بررسی‌شده انجام گرفت. بعد از اینکه نمونه‌ها در ازت مایع کوبیده شدند، از الک ریز عبور داده شدند. از این نمونه‌هـا ۱۰ میلی‌گرم (۰/۰۱ گرم) توزین و داخل لوله‌های آزمـایش ریخته شد. ۱۰ میلی‌گرم متـانول ۸۰ درصـد افـزوده شـد و محلول با دست به‌مدت یک دقیقه به‌شدت تکان داده شـد. سپس سانتریفیوژ به‌مدت پنج دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقـه صورت گرفت و عصارهٔ رویی هر لولـه آزمـایش بـه بـالن ژوژه منتقل شد. عصاره‌گیری با الکل ۸۰ درصد دو بار (در مجموع سه بار) تکـرار شـد. عصـاره‌هـای حاصـل داخـل پتری‌دیش‌های جداگانه ریخته و در داخل آون با دمـای ۴۵ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شد تا الکل متانول تبخیر شـود. سپس دوباره ۴ میلی‌لیتر متـانول ۸۰ درصـد اضـافه شـده و برای رسوب پروتئین‌ها، ۲ میلی‌لیتر محلـول سـولفات روی ۲ درصد و ۲ میلی‌لیتر محلول هیدروکسید بـاریم ۲ درصـد اضافه شد و محتویات ارلن‌ها از روی کاغـذ صـافی عبـور داده شد تا عصارهٔ زلالی به‌دست آید. به این محلول دوباره ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. در نهایت ۲ میلـی‌لیتـر از عصاره برداشته و درون لولهٔ آزمایش با دیوارهٔ بلنـد ریختـه شد و به آن ۱ میلی‌لیتر فنل ۵ درصـد و ۵ میلـی‌لیتـر اسـید سولفوریک خالص اضافه شد. برای کالیبره کـردن دسـتگاه اسپکتروفتومتر از محلول‌های استاندارد گلوکز (خالص) بـا غلظت‌های صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ پی‌پـی‌ام اسـتفاده شد. ۲ میلی‌لیتر از ایـن محلـول‌هـای اسـتاندارد برداشـته و مطابق روش بالا به آنها فنل و اسید سولفوریک اضافه شـد و میزان جذب و غلظت آنها ثبـت شـد. قرائـت نمونـه‌هـا توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طـول مـوج ۴۸۵ نـانومتر انجام گرفت [۳۳].

در اول خـرداد، در حـدود ۱۵ روز بعـد از تمـام‌گـل، شدت فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در بـرگ انـدازه‌گیـری شد. نمونه‌برداری از برگ‌هـای جـوان انتهـای شـاخه‌هـای بررسی‌شده در سـاعت ۹ صـبح هنگـامی کـه بـرگ‌هـا در معرض تابش آفتاب قرار داشتند، صورت گرفت و نمونه‌ها به‌سرعت به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها با آب معمولی و سپس با آب مقطـر شسـت‌وشـو داده شـدند؛ سـپس بـا دستمال کاغذی خشک شده و با قیچی به قطعات ریز خرد

www.SID.ir

Archive of SID

شدند. از نمونهٔ خردشده با پنس ۰/۵ گرم توزین و داخل لوله‌های آزمایش ریخته شد و در آنها برای جلوگیری از خشک شدن نمونه‌ها بسته شد. ابتدا داخل هر کدام از لوله‌های آزمایش که حاوی ۰/۵ گرم نمونهٔ برگی بود، ۵ میلی‌لیتر از بافر فسفات نهایی و ۵۰ میکرولیتر الکل N- پروپانل اضافه شد. نسبت الکل به بافر باید ۱ درصد باشد. برای خارج کردن گاز اکسیژن، با استفاده از سوزن‌های دوطرفه گاز N2 به داخل لوله‌های آزمایش تزریق شد. سپس نمونه‌ها به‌مدت نیم ساعت در حمام آب گرم در دمای ۴۰ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفتند. بعد از خروج از حمام آب گرم و خنک شدن، ۲ میلی‌لیتر از نمونه برداشته و درون لولهٔ جداگانه‌ای ریخته شد و ۴ میلی‌لیتر معرف سولفانیل آمید و ۴ میلی‌لیتر معرف N نفتیل آمید افزوده شد که در این حالت حجم نهایی نمونه‌ها به ۱۰ میلی‌لیتر رسید. پس از ۱۵ دقیقه که نمونه‌ها به‌رنگ ارغوانی درآمدند، میزان جذب آنها با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۴۰ نانومتر قرائت شد [۴].

آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایهٔ طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در هر تکرار دو درخت و در مجموع ۵۴ درخت اجرا شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C انجام گرفت و میانگین‌ها با روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

۳. نتایج و بحث

بیشترین ارتفاع و حجم درخت به‌ترتیب با ۴/۳۶ متر و ۱۱/۳۲ متر مکعب در رقم 'دلباراستیوال' پیوندشده روی پایهٔ MM111 و کمترین ارتفاع و حجم درخت در ارقام 'فوجی' و 'گلدن‌دلیشز' پیوندشده روی پایهٔ M9 به‌ترتیب با ۲/۰۸ و ۲/۱۷ متر و ۱/۹۲ و ۱/۶۱ متر مکعب وجود داشت. رقم 'دلباراستیوال' پیوندی روی پایهٔ M9 در مقایسه با دو رقم دیگر که روی هر سه پایهٔ پیوندشده بودند، ارتفاع بیشتری داشت. حجم درخت در رقم 'دلباراستیوال' پیوندی روی پایه M9 با حجم درخت در ارقام 'گلدن‌دلیشز' و 'فوجی' پیوندشده روی پایه‌های MM111 و MM106 اختلاف معناداری نشان نداد.بیشترین میانگین سطح برگ در رقم 'دلباراستیوال' پیوندی روی پایه‌های MM111 و MM106 به‌ترتیب با ۴۹/۸۳ و ۴۸/۴۷ سانتی‌متر مکعب دیده شد که اختلاف معناداری با سایر ترکیب‌های پیوندی نشان داد. قطر شاخهٔ یکساله و متوسط طول میان‌گره در سال دوم نسبت به سال قبل بیشتر بود (جدول ۳). بیشترین قطر شاخهٔ یکساله در رقم 'دلباراستیوال' پیوندی روی پایهٔ M9 به میزان ۴/۱۹ میلی‌متر اندازه‌گیری شد که اختلاف معناداری با سایر ترکیب‌های پیوندی بررسی‌شده نشان داد. کمترین طول شاخهٔ یکساله در رقم 'فوجی' روی پایه‌های MM106 و M9 به‌ترتیب با مقادیر ۲۰/۴۵ و ۲۱/۳۹ سانتی‌متر مشاهده شد. بیشترین و کمترین طول میان‌گره به‌ترتیب در ارقام 'دلباراستیوال' و 'فوجی' پیوندشده روی پایهٔ MM106 با مقادیر ۴۰/۷ و ۱۹/۷۵ میلی‌متر اندازه‌گیری شد (جدول ۲). قطر تاج درختان بررسی‌شده تحت تأثیر رقم و پایه قرار گرفت، به‌گونه‌ای که رقم 'دلباراستیوال' در مقایسه با دو رقم دیگر اختلاف معناداری داشت و بیشترین قطر تاج به میزان ۲/۹ متر در این رقم مشاهده شد (شکل ۱). پایهٔ M9 با دو پایهٔ دیگر اختلاف معناداری داشت و کمترین قطر تاج با ۲/۰۶ متر در این پایه اندازه‌گیری شد (شکل ۲).

در مجموع کنترل رشد از طریق پایه فراهم می‌شود، اما میزان کنترل به رقم سیبی که روی پایه پیوند شده است بستگی دارد. در اوایل استفاده از پایه‌های مالینگ، مشخص شد که ارقام مختلف تأثیرات متفاوتی بر کنترل اندازه دارند [۵۴]. درختان دارای ابعاد بزرگ تا کوچک به‌ترتیب روی پایه‌های MM111، MM106 و M9 رشد می‌کنند. این پایه‌ها، همهٔ ارقامی را که روی آنها پیوند می‌شوند، در یک

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه و با یک میزان از طول شاخه کنترل نمی‌کنند. مشاهدهٔ تفاوت در این رتبه‌بندی در میان پایه‌هایی که اندازهٔ درختان را کنترل می‌کنند نامعمول است، اما ممکن است رخ دهد [۱۹]. درختان قوی‌تر، سطح برگ بیشتری نیز دارند [۲۴]. سطح برگ درختان بسیار وابسته به رقم است [۳۰]. بنابر نتایج دیگر تحقیقات، پایه به‌طور غیرمستقیم سطح برگ را از طریق کنترل حجم تاج تحت تأثیر قرار می‌دهد [۳۱]. درختانی دارای حجم تاج بیشتر، سطح برگ بزرگ‌تری نیز دارند؛ اما باید توجه داشت که افزایش بیش از حد سطح برگ موجب افزایش سایه‌اندازی روی برگ‌های دیگر و میوه‌هایی که در بخش داخلی تاج قرار دارند خواهد شد که در نتیجهٔ آن میزان کل نور دریافتی کمتر خواهد شد [۵۳].

برخی محققان معتقدند که ارتباطی میان طول دورهٔ طویل شدن شاخه و طول میان‌گره در درختان وجود دارد. به‌گونه‌ای که در درختان 'گلدن‌دلیشز' با میان‌گره‌های طویل، رشد شاخه در پایان تیر متوقف شد؛ ولی درختانی که میان‌گره‌های کوتاهی داشتند، رشد خود را طی فصل رشد به‌طور پیوسته ادامه دادند [۱۸، ۲۶]. با این‌حال، درختان سیب بزرگ‌تر که عادت رشدی به‌صورت گسترده و باز داشتند، در مقایسه با درختان سیبی که عادت رشد رو به بالا داشتند، دارای میان‌گره‌های طویل‌تری بودند و سازوکارهای ژنتیکی جداگانه‌ای که اندازهٔ درخت و طول میان‌گره را کنترل می‌کنند، ممکن است به هم مرتبط باشند [۴۹].

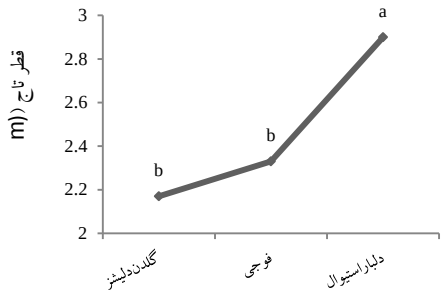
جدول ۲. مقایسهٔ اثر ترکیب‌های مختلف پایه و رقم بر خصوصیات مورفولوژیکی درخت سیب

رقم	پایه	ارتفاع درخت (m)	حجم درخت (m^3)	میانگین سطح برگ (cm^2)	قطر شاخهٔ یکساله (mm)	طول شاخهٔ یکساله (mm)	متوسط طول میان‌گره (mm)
گلدن‌دلیشز	MM106	۳/۱۷^{d}	۵/۰۷^{c}	۳۷/۵۷^{b}	۳/۱۳^{e}	۲۸/۰۸^{cd}	۲۷/۵۷^{cd}
فوجی	MM106	۳/۰۴^{d}	۵/۷۶^{c}	۳۸/۵۷^{b}	۳/۱۷^{de}	۲۰/۴۵^{f}	۱۹/۷۵^{e}
دلباراستیوال	MM106	۳/۹۸^{b}	۸/۷۶^{b}	۴۸/۴۷^{a}	۳/۱۰^{e}	۲۷/۴۹^{de}	۴۰/۷۰^{a}
گلدن‌دلیشز	MM111	۳/۱۷^{d}	۴/۰۵^{c}	۳۹/۹۳^{b}	۳/۷۱^{b}	۲۹/۶۹^{bc}	۳۵/۵۷^{b}
فوجی	MM111	۳/۳۰^{cd}	۴/۵۲^{c}	۳۵/۷۳^{b}	۳/۳۶^{cde}	۳۲/۹۵^{a}	۲۸/۱۲^{cd}
دلباراستیوال	MM111	۴/۳۶^{a}	۱۱/۳۲^{a}	۴۹/۸۳^{a}	۳/۶۳^{bc}	۳۱/۲۵^{ab}	۲۹/۸۰^{c}
گلدن‌دلیشز	M9	۲/۱۷^{e}	۱/۶۱^{d}	۳۸/۲۷^{b}	۳/۳۴^{cde}	۲۵/۹۲^{e}	۳۵/۸۰^{b}
فوجی	M9	۲/۰۸^{e}	۱/۹۲^{d}	۴۱/۴۳^{b}	۳/۴۶^{bcd}	۲۱/۳۹^{f}	۲۶/۴۲^{d}
دلباراستیوال	M9	۳/۵۳^{c}	۵/۶۵^{c}	۳۷/۱۷^{b}	۴/۱۹^{a}	۳۲/۰۵^{a}	۳۴/۰۶^{b}

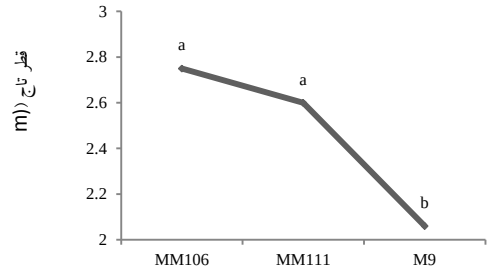
میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری اختلاف معنادار ندارند (آزمون دانکن $P \leq ۰/۰۵$).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. اثر رقم بر قطر تاج درخت سیب



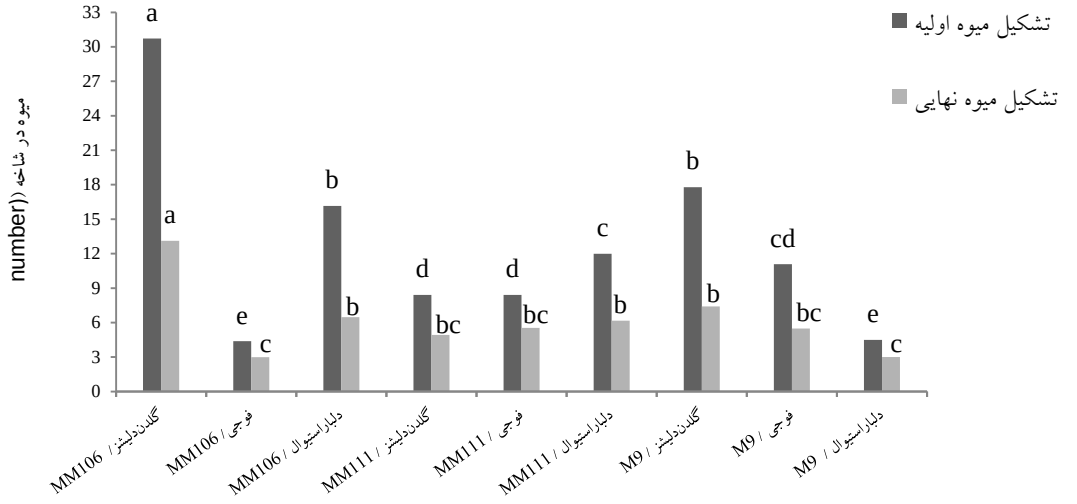
شکل ۲. اثر پایه بر قطر تاج درخت سیب

ارقام 'گلدن‌دلیشز' و 'دلباراستیوال' پیوندشده روی پایهٔ 'MM106' و 'گلدن‌دلیشز' روی پایهٔ M9 به‌ترتیب با ۳۰/۷۳، ۱۶/۱۶ و ۱۷/۷۹ میوه در شاخه، بیشترین مقادیر تشکیل میوهٔ اولیه را داشتند و بیشترین درصد ریزش میوه نیز به‌ترتیب ۵۷/۲۹، ۵۹/۹۵ و ۵۸/۳۵ درصد در این ترکیب‌های پیوندی اتفاق افتاد (شکل‌های ۳ و ۴). مهم‌ترین علت ریزش میوهٔ درختان سیب در خرداد، کم بودن کربوهیدرات‌هایی است که باید در دسترس میوه‌های تازه تشکیل‌شده برای نمو قرار گیرند. علت کمبود مواد کربوهیدراتی طی این مدت که در حدود سه تا پنج هفته بعد از زمان تمام‌گل است، رشد سریع شاخساره‌های درخت همزمان با نمو میوه‌چه‌هاست [۳۶، ۴۶].

عملکرد درختان بررسی‌شده در دو سال آزمایش متفاوت بود؛ به‌گونه‌ای که محصول سال دوم از سال قبل بیشتر بود (جدول ۳). با این‌حال، هیچ‌کدام از درختان بررسی‌شده دچار سال‌آوری نبود و درختان در حالت محصول‌دهی منظم قرار داشتند (جدول ۴). 'گلدن‌دلیشز' و 'دلباراستیوال' پیوندشده روی پایهٔ MM106 و 'دلباراستیوال' روی پایهٔ MM111 به‌ترتیب با ۲۹/۲۸، ۳۱/۰۵ و ۲۸/۰۲ کیلوگرم، بیشترین عملکرد در درخت را داشتند. با اینکه هر سه رقم پیوندی روی پایهٔ M9 در مقایسه با ترکیب‌های ذکرشده، عملکرد در درخت کمتری داشتند، با توجه به اینکه فاصلهٔ کاشت درختانی که روی پایهٔ M9 قرار داشتند کمتر از فاصلهٔ کاشت درختان 'گلدن‌دلیشز' و 'دلباراستیوال' پیوندشده روی پایهٔ MM106 و 'دلباراستیوال' روی پایهٔ MM111 بود، تعداد درختان در هکتار بیشتر بود، در نتیجه از نظر عملکرد در هکتار اختلاف معناداری میان این ترکیب‌های پیوندی مشاهده نشد (جدول ۴). کمترین عملکرد در درخت با مقادیر ۱۰/۳۱، ۱۰/۸۷ و ۱۰/۹۱ کیلوگرم و کمترین عملکرد در هکتار با مقادیر ۱۲/۷۸، ۱۳/۴۸ و ۱۳/۵۳ تن به‌ترتیب در ارقام 'گلدن‌دلیشز' و 'فوجی' پیوندشده روی پایهٔ MM111 و رقم 'فوجی' پیوندی روی پایهٔ MM106 مشاهده شد (جدول ۴). این درختان، به‌خصوص ارقام 'گلدن‌دلیشز' و 'فوجی' که روی پایهٔ MM111 پیوندشده بودند در مقایسه با رقم 'دلباراستیوال' پیوندی روی پایه‌های MM106 و MM111، از نظر تشکیل میوهٔ نهایی یعنی میانگین تعداد میوه‌ای که بعد از ریزش جودرو در هر شاخه باقی مانده بود، تفاوت معناداری نشان ندادند، اما عملکرد در درخت به‌طور معناداری در این درختان در مقایسه با رقم 'دلباراستیوال' پیوندی روی پایه‌های MM106 و MM111 کمتر بود (شکل ۳)؛ زیرا ابعاد درخت هنگامی‌که رقم 'دلباراستیوال' روی پایه‌های MM106 و MM111 قرار دارد، در مقایسه با این درختان بیشتر است و ازاین‌رو، تعداد شاخه‌های بارده نیز بیشتر است که به عملکرد در درخت بیشتری منجر شده است (جدول ۲ و شکل ۱).

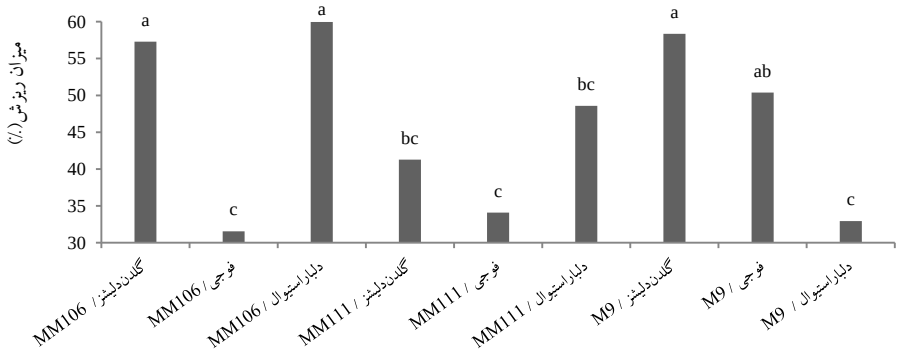
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. مقایسهٔ اثر ترکیب‌های مختلف پایه و رقم سیب بر تشکیل میوهٔ اولیه و نهایی

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون همرنگ تفاوت معناداری براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ندارند.



شکل ۴. مقایسهٔ ترکیب‌های مختلف پایه و رقم سیب از نظر میزان ریزش جودرو

میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معناداری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ندارند.

جدول ۳. اثر سال بر برخی صفات درختان سیب

سال	قطر شاخهٔ یکساله (mm)	متوسط طول میان‌گره (mm)	عملکرد (Kg/Tree)	طول میوه (mm)	مواد جامد محلول (٪)
۱۳۹۰	۳/۲۷^{b}	۳۰/۲۴^{b}	۱۷/۱۱^{b}	۵۶/۱۹^{b}	۱۴/۴۱^{a}
۱۳۹۱	۳/۶۴^{a}	۳۱/۴۸^{a}	۱۹/۷۹^{a}	۵۷/۹^{a}	۱۳/۶^{b}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ردیف از نظر آماری اختلاف معنادار ندارند (آزمون دانکن $P \leq ۰/۰۵$).

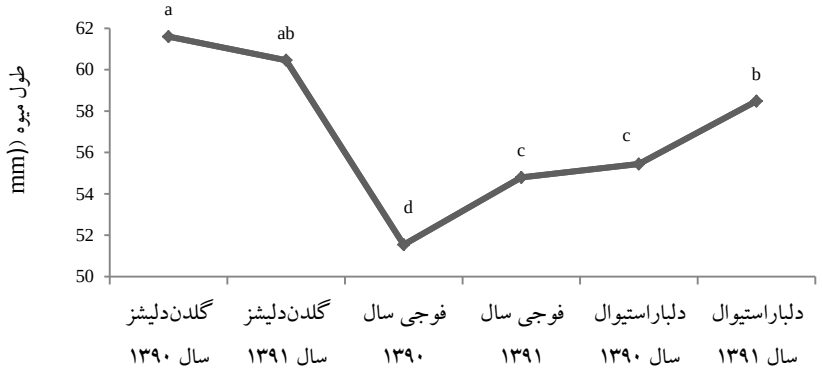
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. مقایسهٔ اثر ترکیب‌های مختلف پایه و رقم بر عملکرد میوهٔ سیب

صفات	گلدن‌دلیشز MM106	فوجی MM106	دلباراستیوال MM106	گلدن‌دلیشز MM111	فوجی MM111	دلباراستیوال MM111	گلدن‌دلیشز M9	فوجی M9	دلباراستیوال M9
عملکرد (Kg/Tree)	۲۹/۲۸^{ab}	۱۰/۹۱^{d}	۳۱/۰۵^{a}	۱۰/۳۱^{d}	۱۰/۸۷^{d}	۲۸/۰۲^{b}	۱۴/۸۲^{c}	۱۵/۸۴^{c}	۱۴/۹۹^{c}
عملکرد (t/h)	۳۶/۳۱^{a}	۱۳/۵۳^{b}	۳۸/۵^{a}	۱۲/۷۸^{b}	۱۳/۴۸^{b}	۳۴/۷۴^{a}	۳۶/۹۷^{a}	۳۹/۵^{a}	۳۷/۳۹^{a}
شاخص سال‌آوری	۶/۶۴^{b}	۱۹/۳۹^{a}	۵/۳^{b}	۱۴/۱۴^{ab}	۱۰/۵۵^{ab}	۷/۱۲^{ab}	۱۱/۰۹^{ab}	۶/۲۵^{b}	۱۳/۹^{ab}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف از نظر آماری اختلاف معناداری ندارند (آزمون دانکن $P \leq ۰/۰۵$).



شکل ۵. اثر رقم بر طول میوه طی سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱

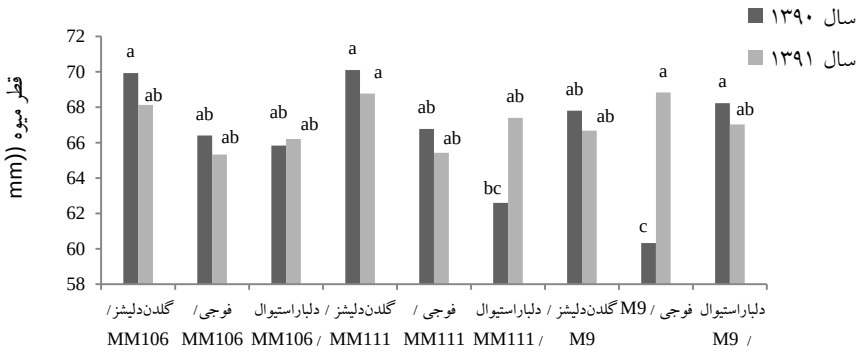
میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معناداری براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ندارند.

طول میوه در سال دوم آزمایش نسبت به سال قبل بیشتر بود (جدول ۳). اثر رقم بر طول میوه معنادار بود، به‌گونه‌ای که رقم 'گلدن‌دلیشز' در هر دو سال آزمایش با ۶۱/۶ و ۶۰/۴۶ میلی‌متر به‌ترتیب در سال اول و دوم و رقم 'دلباراستیوال' در سال دوم با ۵۸/۴۸ میلی‌متر، بیشترین طول میوه را دارا بودند و کمترین طول میوه در رقم 'فوجی' در سال نخست آزمایش با ۵۱/۵۴ میلی‌متر مشاهده شد (شکل ۵). قطر میوه در دو سال آزمایش در پایه‌ها و ارقام بررسی‌شده، کم‌وبیش دارای نوسان بود (شکل ۶). طول و قطر میوه از اختصاصات رقم است [۵]. اندازهٔ میوه به‌طور ژنتیکی کنترل می‌شود، اما ممکن است تحت تأثیر عامل‌های درونی و بیرونی قرار گیرد. اندازهٔ میوه در زمان برداشت، ممکن است نتیجهٔ ترکیب سه عامل، یعنی تعداد سلول (که طی تقسیم سلولی در مرحلهٔ اول نمو میوه تعیین می‌شود)، اندازهٔ سلول و حجم فضای بین‌سلولی باشد [۲۲].

میوه‌هایی که روی درختان 'دلباراستیوال' پیوندی روی پایهٔ MM106 تشکیل شدند کمترین وزن خشک را با ۹/۰۸ درصد دارا بودند که از این نظر، در مقایسه با دیگر ترکیب‌های پیوندی اختلاف معناداری را نشان می‌دهند (شکل ۷). مقدار مواد جامد محلول در میوه در دو سال آزمایش متفاوت بود و در سال اول مقادیر بیشتری نسبت به سال دوم اندازه‌گیری شد (جدول ۳). همچنین در پایه‌ها و ارقام بررسی‌شده در هر دو سال آزمایش مقادیر کل مواد جامد محلول میوه نوسان بسیار زیادی داشت و کاملاً متفاوت بود. با این‌حال میوه‌هایی که در روی درختان 'دلباراستیوال' روی پایهٔ MM106 تشکیل شدند کمترین مقادیر کل مواد جامد محلول را نشان دادند (شکل ۸).

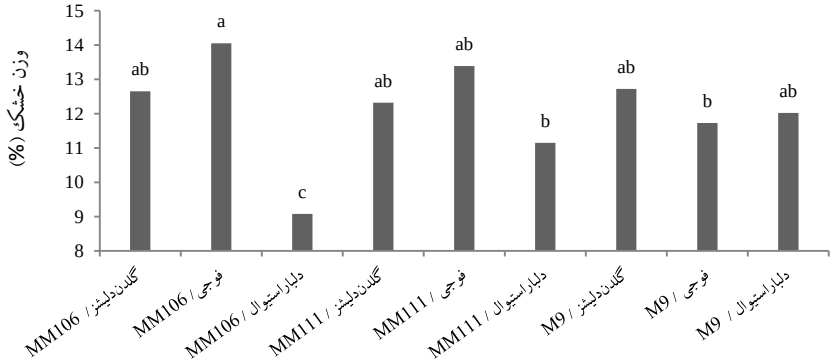
www.SID.ir

Archive of SID



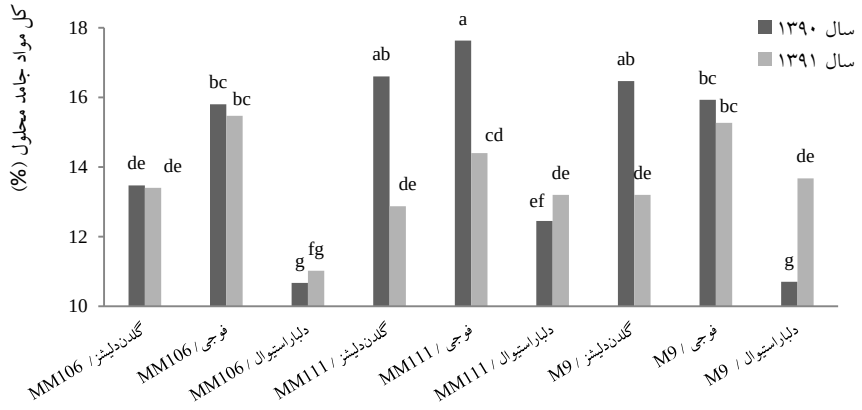
شکل ۶. اثر متقابل سال، پایه و رقم بر قطر میوهٔ سیب

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون همرنگ تفاوت معناداری براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ندارند.



شکل ۷. اثر پایه و رقم بر مقدار وزن خشک میوهٔ سیب

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معناداری براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ندارند.



شکل ۸. اثر سال و پایه بر مجموع مواد جامد محلول میوهٔ سیب

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون همرنگ تفاوت معناداری براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

فعل و انفعالات اصلی دخیل در متابولیسم قندها، زیاد بوده و تشریح و تفسیر این پدیده‌ها بسیار مشکل است. در شرایطی که نور کافی باشد، برگ‌ها تهیه‌کنندهٔ قند برای میوه‌ها هستند. عملکرد و رشد رویشی می‌تواند مقادیر کل مواد جامد محلول در میوه را تحت تأثیر قرار دهد [۵]. 'دلباراستیوال' روی پایه‌های MM106 و MM111 عملکرد بیشتری دارد و ابعاد درخت نیز در این درختان بیشتر است (جدول‌های ۲ و ۴). درخصوص تأثیر پایه بر مقدار مواد جامد محلول میوه، گزارش‌های ضدونقیضی وجود دارد. در تحقیقی، مقدار مواد جامد محلول تحت تأثیر پایه، از نظر آماری تفاوت معناداری را نشان داد [۷]. از سوی دیگر، برخی از تحقیقات نیز نشان داده‌اند که پایه‌ها تأثیر معناداری بر مقدار مواد جامد محلول میوه‌ها ندارند [۳۸].

'گلدن‌دلیشز' روی پایه‌های M9 و MM111 به‌ترتیب با ۱۲/۵۳ و ۱۱/۸۵ و 'دلباراستیوال' روی پایه‌های MM106و MM111 به‌ترتیب با ۱۱/۸۶ و ۱۰/۰۷ میکرومول دی‌اکسید کربن بر متر مربع در ثانیه، بیشترین سرعت فتوسنتز خالص و 'فوجی' روی پایهٔ MM106 با ۵/۸۳ میکرومول دی‌اکسید کربن بر متر مربع در ثانیه کمترین سرعت فتوسنتز خالص را دارا بودند. همچنین بیشترین شدت تعرق در رقم 'گلدن‌دلیشز' روی پایه‌های M9 و MM106به‌ترتیب با ۸/۴۸ و ۷/۷۵ و در رقم 'دلباراستیوال' روی پایه‌های MM106 و MM111 به‌ترتیب با ۸/۰۵ و ۸/۲۵ میلی‌مول آب بر متر مربع در ثانیه مشاهده شد. رقم 'فوجی' روی هر سه پایهٔ MM111، M9 و MM106 به‌ترتیب با ۳/۸۵، ۵/۹۵ و ۶/۲۳ میلی‌مول آب بر متر مربع در ثانیه در مقایسه با دیگر درختان بررسی‌شده، کمترین شدت تعرق را داشت. بیشترین کارایی مصرف آب در رقم‌های 'فوجی' و 'گلدن‌دلیشز' پیوندی روی پایهٔ MM111 به‌ترتیب با ۲/۰۵ و ۱/۸۸ میکرومول دی‌اکسید کربن بر میلی‌مول آب مشاهده شد. بیشترین هدایت روزنه‌ای در برگ‌های رقم 'گلدن‌دلیشز' که روی هر سه پایهٔ بررسی‌شده پیوند شده بودند، به‌ترتیب ۰/۴۵، ۰/۳۳ و ۰/۳ مول دی‌اکسید کربن بر متر مربع در ثانیه روی پایه‌های M9، MM111 و MM106 و همچنین در رقم 'دلباراستیوال' پیوندی روی پایهٔ MM106 به مقدار ۰/۴۷ مول دی‌اکسید کربن بر متر مربع در ثانیه اندازه‌گیری شد (جدول ۵).

پایه‌ها و ارقام مختلف بررسی‌شده در این آزمایش نتایج متفاوتی را نشان می‌دهند. به‌عنوان مثال، پایهٔ MM106 در ترکیب با رقم 'دلباراستیوال' سرعت فتوسنتزی زیادی داشت. از سوی دیگر، کمترین سرعت فتوسنتز نیز در این پایه در ترکیب با رقم 'فوجی' مشاهده شد. پایهٔ MM111 در ترکیب با رقم 'دلباراستیوال' شدت تعرق زیادی داشت، ولی کمترین شدت تعرق در این پایه در ترکیب با رقم 'فوجی' مشاهده شد. همچنین رقم 'گلدن‌دلیشز' در ترکیب با هر سه پایه میزان بالایی از هدایت روزنه‌ای را نشان داد. مدارکی وجود دارد که میان ارقام سیب از نظر سرعت فتوسنتزی تفاوت وجود دارد، اما به‌طور معمول، این تفاوت‌ها اندک است و با اطمینان نمی‌توان گفت که دلیل آنها، تفاوت‌های ژنتیکی بوده است یا مربوط به اختلاف از نظر حالت فیزیولوژکی یعنی تفاوت از نظر مقدار باردهی است [۲۱]. از عوامل مهم تأثیرگذار بر سرعت فتوسنتز برگ، محتوای کلروفیل، ساختار خود برگ و وجود نیترات است [۳۷]. شاخص کلروفیل برگ در درختان بررسی‌شده در این آزمایش که با استفاده از دستگاه SPAD اندازه‌گیری شد، تفاوت معناداری را نشان نداد.

در میان ارقام سیب، تنظیم روزنه‌ای به قدرت درخت بستگی دارد. رشد سریع‌تر، اغلب با هدایت روزنه‌ای بیشتر همراه است. پاسخ فتوسنتزی برگ به مقدار محصول، در ارتباط با هدایت روزنه‌ای آن است و بخشی از تفاوت‌ها تا اندازه‌ای بدین گونه است که درختان بارده هدایت روزنه‌ای

www.SID.ir

Archive of SID

بیشتری نسبت به درختان بدون بار دارند [۲۴]. سرعت فتوسنتز برگ‌های مرتبط و نزدیک به میوه‌ها، ۴۵ تا ۶۰ درصد بیشتر از برگ‌های بدون میوه است. البته این بدان معنا نیست که درختان بدون محصول همیشه سرعت آسیمیلاسیون کمتری دارند، بلکه شاید بتوان گفت که تقاضا برای فرآورده‌های فتوسنتزی در میوه‌ها بیشتر است [۲۰]. در مورد تأثیر پایه بر فعالیت فتوسنتزی درختان سیب، گزارش‌های ضدونقیضی وجود دارد. درختانی که روی پایه‌های قوی قرار دارند، فعالیت فتوسنتزی بیشتری دارند [۲۰]، به‌گونه‌ای که درختان روی پایه‌های بذری، فتوسنتز بیشتری در مقایسه با پایهٔ MM106 داشتند [۲۱]. با این‌حال، تفاوتی ازنظر فعالیت فتوسنتزی میان پایه‌ها مشاهده نشد [۸]. ازنظر سرعت فتوسنتز، بین درختانی که 'گلدن‌دلیشز' روی پایه‌های M9 و MM111 قرار داشت، تفاوت معناداری وجود نداشت (جدول ۵)؛ درحالی که رقم 'گلدن‌دلیشز' روی پایهٔ MM111 در مقایسه با پایهٔ M9 سرعت فتوسنتز بیشتری داشت [۱۰].

بیشترین مقادیر کربوهیدرات‌های محلول، در برگ‌های 'دلباراستیوال' روی پایهٔ M9 با ۱۴/۸ درصد و در 'فوجی' روی پایهٔMM106 با ۱۳/۳ درصد؛ و کمترین مقادیر آن، در برگ‌های رقم 'گلدن‌دلیشز' روی پایه‌های M9 و MM106 به‌ترتیب با ۸/۱ و ۱۰/۵ درصد و در'فوجی' روی پایهٔ MM111 با ۸/۸۶ درصد و در 'دلباراستیوال' روی پایهٔ MM106 به میزان ۹/۲۶ درصد مشاهده شد (جدول ۵). فتوسنتز و متابولیسم کربوهیدرات در برگ‌های منبع، پاسخی برای فعالیت مخزن مصرف است [۲۵]. درختانی که اشاره شد، بیشترین مقادیر کربوهیدرات‌های محلول در برگ را دارند. کمترین میزان تشکیل میوهٔ اولیه در این درختان مشاهده می‌شود (شکل ۳). از سوی دیگر، درختان یادشده کمترین مقادیر کربوهیدرات‌های محلول در برگ را دارند. بیشترین مقدار تشکیل میوهٔ اولیه در این درختان مشاهده می‌شود (شکل ۳). افزایش تجمع کربوهیدرات‌های محلول در برگ، ممکن است به‌دلیل کاهش تقاضا از جانب بافت‌های مخزن مصرف رخ دهد و این افزایش تجمع، به کاهش فعالیت فتوسنتزی برگ‌ها منجر می‌شود [۴۳، ۵۵].

جدول ۵. مقایسهٔ تأثیر ترکیب‌های مختلف پایه و رقم بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی سیب

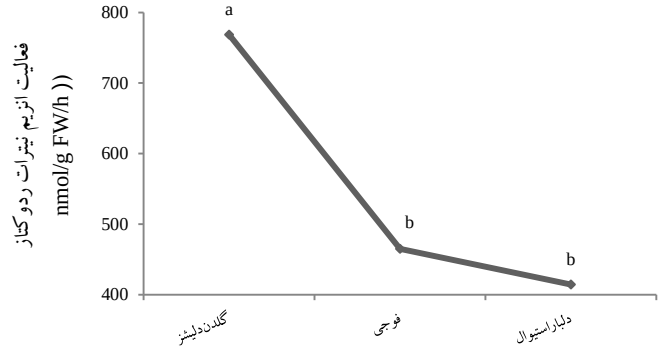
رقم	پایه	سرعت فتوسنتز ($\mu molCO_2/m^2s$)	هدایت روزنه‌ای ($molCO_2/m^2s$)	تعرق ($mmolH_2O/m^2s$)	کارایی مصرف آب ($\mu molCO_2/mmolH_2O$)	کربوهیدرات‌های محلول در برگ (%)
گلدن‌دلیشز	MM106	۸/۵۸^{b}	۰/۳^{abcd}	۷/۷۵^{b}	۱/۱^{cd}	۱۰/۵۰^{bcd}
فوجی	MM106	۵/۸۳^{c}	۰/۲۳^{cde}	۶/۲۳^{d}	۰/۹۳^{d}	۱۳/۳۰^{ab}
دلباراستیوال	MM106	۱۱/۸۶^{a}	۰/۴۷^{a}	۸/۰۵^{ab}	۱/۵^{b}	۹/۲۶^{cd}
گلدن‌دلیشز	MM111	۱۱/۸۵^{a}	۰/۳۳^{abc}	۶/۳^{cd}	۱/۸۸^{a}	۱۱/۸۳^{abc}
فوجی	MM111	۷/۹۶^{bc}	۰/۱۳^{e}	۳/۸۵^{e}	۲/۰۵^{a}	۸/۸۶^{cd}
دلباراستیوال	MM111	۱۰/۰۷^{ab}	۰/۲۸^{bcd}	۸/۲۵^{a}	۱/۲۱^{c}	۱۱/۲۳^{bcd}
گلدن‌دلیشز	M9	۱۲/۵۳^{a}	۰/۴۵^{ab}	۸/۴۸^{a}	۱/۴۸^{b}	۸/۱۰^{d}
فوجی	M9	۹/۲^{b}	۰/۱۷^{de}	۵/۹۵^{d}	۱/۵۴^{b}	۱۱/۳۳^{bcd}
دلباراستیوال	M9	۸/۵۳^{b}	۰/۱۹^{cde}	۶/۹۲^{c}	۱/۲۲^{c}	۱۴/۸۰^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری اختلاف معنادار ندارند (آزمون دانکن $P \leq ۰/۰۵$).

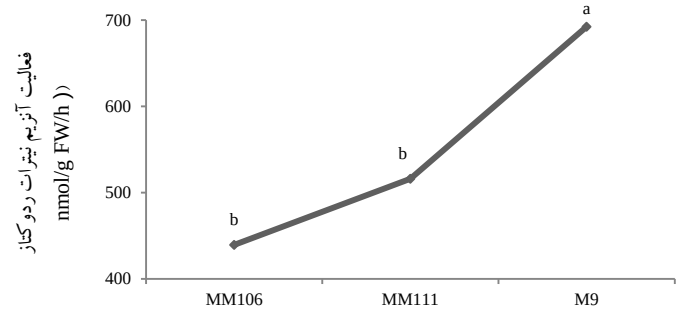
www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در برگ‌های رقم گلدن‌دلیشز به میزان ۷۶۸/۵ نانومول بر گرم وزن تازه در ساعت روی پایه‌های بررسی‌شده اندازه‌گیری شد (شکل ۹). همچنین در برگ‌های درختانی که روی پایهٔ M9 قرار داشتند، بیشترین فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز به میزان ۶۹۲/۴ نانومول بر گرم وزن تازه در ساعت به‌دست آمد (شکل ۱۰). سه عامل مهم مؤثر در احیای نیتروژن نیتراتی در گیاه، مقدار آنزیم نیترات‌ردوکتاز، مقدار NADH و مواد کربنی احیاکننده و وجود نیترات است [۳۷]. اندازه‌گیری مقدار نیتروژن جذب‌شده در پایه‌های بررسی‌شده در این پژوهش نشان داد که پایهٔ M9 کارایی بیشتری از جذب نیتروژن خاکی در مقایسه با دو پایهٔ دیگر داشت. مقدار نیتروژنی که در اواخر فصل رویشی در درخت ذخیره می‌شود، در آغاز فصل رویشی بعد در بهار، رشد درخت و کیفیت میوه را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱۴].



شکل ۹. اثر رقم بر فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در برگ سیب



شکل ۱۰. اثر پایه بر فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در برگ سیب

شناسایی تأثیرات پایه در درختان بالغ، به‌دلیل چرخه‌های رشد شاخساره، گلدهی و باردهی که موجب ایجاد تأثیرات تجمعی و پیچیده در ساختار و وظایف درخت می‌شود، مشکل است [۵۱]. این تأثیرات تجمعی سال‌به‌سال با نمو پیوندک پیچیده‌تر می‌شود [۴۷]. به‌طور کلی، در میان درختان بررسی‌شده در این آزمایش، رقم 'فوجی' روی پایهٔ MM106 نسبت به تیمارهای دیگر، از نظر صفات بررسی‌شده ضعیف‌تر بود. تشکیل میوهٔ اولیه و نهایی این ترکیب کمتر بود. این ترکیب پیوندی و همچنین 'فوجی' روی پایهٔ MM111 در مقایسه با دیگر تیمارها، ازنظر عملکرد در درخت و سرعت فتوسنتز مقادیر کمتری را نشان دادند. همچنین عملکرد در هکتار نیز در این دو

www.SID.ir

Archive of SID

تیمار کمتر بود. با این‌حال، بیشترین کارایی مصرف آب در رقم 'فوجی' روی پایهٔ MM111 مشاهده شد. رقم 'گلدن‌دلیشز' روی پایهٔ MM111، سرعت فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای زیادی داشت و در عین‌حال، میزان تعرق در این ترکیب کمتر و کارایی مصرف آب آن زیاد بود، اما عملکرد در درخت و عملکرد در هکتار در این ترکیب کمتر بود. رقم 'دلباراستیوال' روی پایهٔ M9 در مقایسه با دو رقم دیگر روی هر سه پایهٔ بررسی‌شده، قدرت رویشی بیشتری نشان داد. قطر شاخهٔ یکساله در این رقم بیشتر بود و از نظر طول شاخهٔ یکساله نیز رشد زیادی را نشان داد. تشکیل میوهٔ اولیه و نهایی در این درخت کم بود، اما باتوجه به زیاد بودن تعداد درخت در هکتار، عملکرد در هکتار در این تیمار زیاد بود؛ ولی باید توجه داشت که این فاصلهٔ کاشت که برای این تیمار انتخاب شده است، صحیح نبود و رشد رویشی این درختان، اجرای عملیات باغبانی را در این فاصله و الگوی کشت مشکل کرد.

عملکرد در هکتار در 'گلدن‌دلیشز' روی پایه‌های MM106 و M9، 'دلباراستیوال' روی پایه‌های MM106 و MM111 و 'فوجی' روی پایهٔ M9 زیاد بود. میوه‌های 'فوجی' روی پایهٔ M9 کوچک‌تر بودند، زیرا اثر رقم بر طول میوه معنادار بود و رقم 'فوجی' در مقایسه با دو رقم دیگر طول میوهٔ کمتری داشت؛ اما در میان این تیمارها سرعت فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای در 'دلباراستیوال' روی پایهٔ MM106 و 'گلدن‌دلیشز' روی پایهٔ M9 بیشتر بود. درصد مادهٔ خشک میوهٔ 'دلباراستیوال' روی پایه‌های MM111 و MM106 کمتر بود. به‌نظر می‌رسد که اگر قدری از رشد رویشی رقم 'دلباراستیوال' کاسته شده و دریافت نور توسط بخش‌های داخلی درخت تقویت شود، نتایج بهتری به‌دست خواهد آمد و همچنین می‌توان با تغییر الگوی کاشت در این درختان از دوردیفی به تک‌ردیفی و با اندک تغییر در فاصلهٔ کاشت، به عملکرد بیشتری در هکتار نیز دست یافت. تأثیر رقم و پایه بر فعالیت آنزیم نیترات‌ردوکتاز در این آزمایش مشاهده شد. بیشترین فعالیت آنزیم نیترات‌ردوکتاز در برگ‌های رقم 'گلدن‌دلیشز' روی پایهٔ M9 مشاهده شد. شاید بتوان گفت ذخایر نیتروژنی در این ترکیب برای استفاده در آغاز فصل بعد نیز بیشتر خواهد بود که بر فیزیولوژی درخت اثر مثبتی خواهد داشت. رقم‌های 'دلباراستیوال' روی پایهٔ MM106 و 'گلدن‌دلیشز' روی پایهٔ M9، مناسب‌ترین ترکیب‌های پیوندی از نظر خصوصیات بررسی‌شده در این پژوهش تشخیص داده شدند.

منابع

۱. بابالار م و پیرمرادیان م (۱۳۸۷) تغذیه درختان میوه (ترجمه). مؤسسهٔ انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ۳۱۶ ص.

۲. بابالار م، ربیعی ف و احمدی ا (۱۳۷۵) اندازه‌گیری فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در سیب 'گلدن‌دلیشس'. علوم کشاورزی ایران. ۲۷(۳): ۱۹-۹.

۳. تایز و زایگر (۱۳۸۴) فیزیولوژی گیاهی (جلد دوم). ترجمه: کافی م، زند ا، کامکار ب، شریفی ح ر و گلدانی م. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۷۹ ص.

۴. تقوی ت و بابالار م (۱۳۸۳) اثر نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم و سطوح مختلف آهن و بور بر کمیت و کیفیت توت‌فرنگی و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. کرج. رسالهٔ دکتری.

۵. صانعی‌شریعت‌پناهی م (۱۳۵۸) مورفولوژی و فیزیولوژی میوه. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۹۴ ص.

۶. محرمی ر (۱۳۸۹) اثر سه پایهٔ رویشی MM106،

www.SID.ir

Archive of SID

MM111 و M9 بر برخی صفات کمی و کیفی سیب رقم 'دلباراستیوال' در منطقهٔ خدابنده (استان زنجان). دانشگاه زنجان. زنجان. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد.

7. Barden JA and Marini E (1992) Maturity and quality of 'Golden Delicious' apple as influence by rootstocks. Journal of the American Society for Horticultural Science. 117(4): 457-550.

8. Barden JA and Ferree DC (1979) Rootstock does not affect net photosynthesis, dark respiration, specific leaf weight, transpiration of apple leaves. Journal of the American Society for Horticultural Science. 104: 526-528.

9. Bassal MA (2009) Growth, yield, and fruit quality of 'Marisol' clemantine grown on four rootstocks in Egypt. Scientia Horticulturae. 119: 132-137.

10. Baugher TA, Singha S, Leach DW and Walter SP (1994) Growth, productivity, spur quality, light transmission and net photosynthesis of 'Golden Delicious' apple trees on four rootstocks in three training systems. Fruit Variety. 48(4): 251-256.

11. Cheng L and Fuchigami LH (2002) Growth of young apple trees in relation to reserve nitrogen and carbohydrates. Tree Physiology. 22: 1297-1303.

12. Crassweller RM, Smith DE and Tukey LD (2001) Performance of 'Golden Delicious' and 'Delicious' apples on dwarfing rootstocks. Acta Horticulturae. 557: 47-54.

13. Cripps J and Melville F (1999) Comparison of some apple rootstocks using 'Grany Smith' and 'Jonathan' as scion varieties. Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 15(77): 847-854.

14. Dong S, Cheng L, Scagel CF and Fuchigami LH (2002) Nitrogen absorption, translocation and distribution from urea applied in autumn to leaves of young potted apple (*Malus damestica* Borkh.) trees. Tree Physiology. 22: 1305-1310.

15. Drogoudi PD and Pantelidis G (2011) Effects of position on canopy and harvest time on fruit physico-chemical and antioxidant properties in different apple cultivars. Scientia Horticulturae. 129: 752-760.

16. Fallahi E, Michael WC, Fllahi B and Ikjo C (2002) The importance of apple rootstocks on tree growth, yield, fruit quality, leaf nutrition and photosynthesis with an emphasis on 'Fuji'. HortTechnology. 12(1): 38-44.

17. Faust M and Steffens GL (1993) Correlation between internode length and tree size in apple. Acta Horticulturae. 349: 81-84.

18. Ferree DC, Hirst PM, Schmid JC and Dotson PE (1995) Performance of three apple cultivars with 22 dwarfing rootstocks during 8 seasons in Ohio. Fruit Variety. 49: 171-178.

19. Ferree DC, Myers SC, Rom CR and Taylor BH (1984) Physiological aspects of summer pruning. Acta Horticlturae. 146: 243-252.

20. Ferree ME and Barden IA (1971) The influence of strains and rootstocks on photosynthesis, respiration, and morphology of 'Delicious' apple trees. Journal of the American Society for Horticultural Science. 96: 453-457.

21. Fleancu M (2007) Correlations among some physiological processes in apple fruit during growing and maturation processes. Agricultural and Biology. 4: 613-616.

22. Flore JA and Lakso AN (1989) Environmental and physiological regulation of photosynthesis in fruit crops. Horticultural Review. 11: 111-157.

www.SID.ir

Archive of SID

23. Gjamovski V and Kiprijanovski M (2011) Influence of nine dwarfing apple rootstocks on vigour and productivity of apple cultivar 'Granny Smith'. Scientia Horticulturae. 129: 742-746.

24. Goldschemidt EE and Huber SC (1992) Regulation of photosynthesis by end-product accumulation in leaves of plants storing starch, sucrose, and hexose sugars. Plant Physiology. 99: 1443-1448.

25. Grochowska MJ and Buta GJ (1984) Endogenous auxin and gibberellin levels in low and high vigor apple. Acta Horticulturae. 146: 125-134.

26. Hansen P (1977) Carbohydrate allocation. In: Landsberg JJ and Cutting CV (Eds.), Environmental effects on crop physiology. Academic Press, London. Pp. 247-259.

27. Hansen P (1971) ^{14}C-studies in apple trees: the early seasonal growth in leaves, flowers and shoots as dependent upon current photosynthates and existing reserves. Plant Physiology. 25: 469-473.

28. Hirst PM and Ferree D (1995) Rootstock effects on the flowering of 'Delicious' apple. II. Nutritional effects with specific reference to phosphorus. Journal of the American Society for Horticultural Science. 120: 886-1096.

29. Jackson EJ (1997) Light interception and canopy characteristics at low latitudes in relation to orchard system design. Acta Horticulturae. 451: 417-425.

30. James PA and Middlenton SG (2001) Apple cultivar and rootstock performance at lenswood, South Australia. Acta Horticulturae. 557: 69-76.

31. Keller M, Kummer M and Carmo Vasconcelos M (2001) Soil nitrogen utilization for growth and gas exchange by grapevines in response to nitrogen supply and rootstock. Grape and Wine Research. 7(1): 2-11.

32. Khochert G (1978) Carbohydrate determination by the phenol-sulfuric acid method. In: Helebust JA and Caraige JS (Eds). Hand book of physiological and biochemical methods. Cambridge University Press. London. pp: 56-97.

33. Klepper L and Hageman RH (1969) The occurrence of nitrate reductase in apple leaves. Plant Physiology. 44: 110-114.

34. Lakso AN, Corelli Grapadelli L, Barnard J and Goffinet MC (1995) An expolinear model of the growth pattern of the apple fruit. Horticultural Science. 70: 389-394.

35. Lakso AN, Robinson TL and Pool RN (1989) Canopy microclimate effects on patterns of fruiting and fruit development in apples and grapes. In: Wright CJ (Eds.), Manipulation of fruiting. Butterworth, London. Pp. 263-274.

36. Lee HJ and Titus TS (1993) Relationship between nitrate reduction activity and level of solouble carbohydrates under prolonged darkness in MM106 apple leaves. Horticultural Science. 64(4): 589-596.

37. Loreti F, Massai R, Fei C, Cinelli F and Cecconi B (2001) Evaluation of eleven dwarfing apple rootstocks: Preliminary results. Acta Horticulturae. 557: 155-162.

38. Massonnet C, Costes E, Rambal S, Dreyer E and Lucregnard J (2007) Stomatal regulation of photosynthesis in apple leaves: Evidence for different water-use strategies between two cultivars. Annals of Botany. 100: 1347-1356.

39. Melgar JC, Syvertsen JP, Martinez V and Garcia-Sanchez F (2008) Leaf gas exchange, water relation, nutrient content and growth in

www.SID.ir

Archive of SID

citrus and olive seedling under salinity. Biologica plantarum. 52(2): 385-390.

40. Monselise SP and Lenz F (1980) Effects of fruit load on stomatal resistance, specific leaf weight and water content of apple leaves. Gartenbauwissenschaft. 45: 188-191.

41. Palmer JW, Giuliani R and Adams HM (1997) Effect of crop load on fruiting and leaf photosynthesis of 'Braeburn' on M26 apple trees. Tree Physiology. 17: 741-746.

42. Pickett WMF (1937) The relationship between the internal structure and photosynthetic behavior of apple leaves. Kansas State College Press, Manhatan, Kansas, 56 p.

43. Roper TR (2001) University of Wisconsin – System Board of Regents and University of Wisconsin – Extention, Cooperative Extention. Published estimates data base (PEDB) [Online]. Available at http://www.cecommerce.uwex.edu.

44. Salsac L (1984) Energy requirement of symbiotic nitrogen fixation. Plant Physiology. 22(4): 509-251.

45. Schneider GV (1977) Studies on the mechanism of fruit abscission in apple and peach. Journal of the American Society for Horticultural Science. 102: 179-181.

46. Seleznyova A, Tustin S, White M and Costes E (2007) Analysis of the earliest-observed expression of dwarfing rootstock effects on young apple trees, using application of Markovian models. Acta Horticulturae. 732: 79-84.

47. Treder W (2010) Crop loading studies with 'Jonagold' apple Tree. Fruit and Ornamental Plant Research. 18(1): 59-69.

48. Tworkoski T and Miller S (2007) Rootstock effect on growth of apple scions with different growth habits. Scientia Horticulturae. 111: 335-343.

49. Watson RL, Landsberg JJ and Thorpe MR (1978) Photosynthetic characteristics of the leaves of 'Golden Delicious' apple trees. Plant, Cell and Environment. 1: 51-58.

50. Webster AD (1995) Rootstock and interstock effects on deciduous fruit tree vigor, precocity and yield productivity. Crop and Horticultural Science. 23: 373-382.

51. Webster AD (1993) New dwarfing rootstocks for apple, pear, plum and sweet cherry-a brief review. Acta Horticulturae. 349: 145-154.

52. Wünsche JN and Lakso AN (2000) The Compact fruit tree. International dwarf fruit tree association. 33(3): 82-88.

53. Zeiger D and Tukey HB (1960) An historical review of the malling apple rootstocks in America. Michigan State University Circular Bulletin. East Lansing, Michigan. Vol. 226, 74 pp.

54. Zhou R and Quebedeaux B (2003) Changes in photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature apple leaves in response to whole plant source-sink manipulation. Journal of the American Society for Horticultural Science. 128(1): 113-119.

www.SID.ir