Archive of SID

مقاله پژوهشی

ارزیابی هیبریدهای سیب برای شناسایی و گروه بندی نتاج زودبارده، زود-متوسطرس با عملکرد بالا

نرجس مالایی[۱]، حسن حاج‌نجاری[۲]* و سیدعلی پیغمبری[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۲۵- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۲۷)

چکیده

تحقیقات به نژادی با هدف تولید ارقام زود- متوسطرس سیب در سال ۱۳۸۳ در کرج، با انجام ۴۴ ترکیب تلاقی آغاز و تعداد ۷۰۰۰ نتاج تنی و ناتنی تولید شد که از میان آن‌ها۷۲۰ دورگ گزینش شده در سال ۱۳۸۷در باغ مستقر شدند و در نهایت ۵۶۶ درخت باقی مانده و رشد کردند. پژوهش حاضر به‌منظور ارزیابی صفات فنولوژی گل‌دهی، زمان رسیدن، زودباردهی، تراکم گلدهی و میوه‌بندی به‌صورت فراگیر روی ۵۶۶ نتاج نسل اولی ۶ و ۷ ساله موجود در باغ، طی سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ انجام شد. درصد میوه‌بندی طی دو مرحله با شمارش تعداد شاخه بارده و تعداد میوه در درخت بررسی شد. در پایان فصل رویشی ۱۷ ژنوتیپ زودرس و متوسطرس با عملکرد بالا شناسایی شدند. آزمایش‌های ارزیابی میوه شامل صفات بیوشیمیایی و صفت پومولوژیک براساس دستورالعمل ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری (D.U.S) سیب انجام شد. برای ۱۷ دورگ انتخابی از نظر تمامی صفات کمی و کیفی تجزیه خوشه‌ای ساده انجام و میزان همبستگی صفات تعیین شد. بر اساس نتایج تجریه خوشه‌ای به روش وارد، تمامی نتاج انتخابی در ۳ گروه قرار گرفتند. در نتایج حاصل، همبستگی مثبت معنی‌داری بین صفت وزن میوه و طول و قطر میوه و همبستگی منفی معنی‌داری بین صفت وزن میوه و صفات TSS و TA در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد.

کلمات کلیدی: ارزیابی نتاج، ارقام زودرس، به‌نژادی، زودباردهی، سیب

۱- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران

۲- دانشیار پژوهشی پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی

۳- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران

* پست الکترونیک: hajnajarih@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گسترش گونه سیب (*Malus* × *domestica* Borkh.) از طریق جابه‌جایی بذور توسط کاروان‌ها از بخارا و سمرقند به طرف ایران و سپس یونان و از آن‌جا به رم و سایر کشورهای اروپایی صورت پذیرفت (قرقانی[1] و همکاران، ۲۰۰۹؛ قربانی و همکاران، ۱۳۸۹). بررسی پراکنش ارقام بومی سیب کشور نشان می‌دهد جریان ژنی سیب از قرقیزستان و ترکمنستان به شمال‌شرقی ایران وارد شد و به این ترتیب اولین مرکز تنوع در منطقه خراسان شکل گرفت. مسیر جریان ژنی در دامنه جنوبی رشته کوه البرز ادامه یافت و دومین مرکز تنوع در منطقه سردسیری آذربایجان شکل گرفت (حاج‌نجاری[2]، ۲۰۰۸). منشا ارقام بومی برمبنای پسوند اسامی ارقام و گسترش کشت و ادامه پرورش لکه‌ای آن‌ها در زیستگاه‌های خود نشان‌دهنده وجود مراکز تنوع سیب در پهنه کشور است (حاج‌نجاری، ۱۳۹۷a). فرسایش ژنتیک، تغییرات آب و هوایی و ظهور آفات جدید (جالمارسون و تامیک[3]، ۲۰۱۲) باعث شد به‌نژادگران اقدام به جمع‌آوری ارقام قدیمی، دانهال‌های تصادفی سیب و احداث کلکسیون‌های ارقام با هدف بهره‌برداری در برنامه‌های به‌نژادی نمایند (استنیوکوویچ[4] و همکاران، ۲۰۱۷). جمع‌آوری ارقام بومی و وارداتی سیب منجر به احیا و افزایش ارقام سیب از ۸۵ به ۱۵۳ رقم در کلکسیون ملی ارقام بومی و وارداتی تجاری سیب گردید (حاج‌نجاری، ۱۳۹۶). هر چند گونه سیب به علت دورگ‌گیری‌های طبیعی و انتخاب‌های متعدد طی هزاران سال دارای یکی از پیچیده‌ترین منابع ژنتیکی است (بوزبوگا و پیرلاک[5]، ۲۰۱۲)، اما بایستی اذعان داشت در تولید بسیاری از ارقام جدید سیب منابع ژنتیک بسیار محدودی استفاده شده است. آزادسازی ارقام جدید با توجه به عوامل تغییرات اقلیمی و پیدایش چالش‌های اقتصادی فراوان در صنعت میوه‌کاری در برنامه‌های به‌نژادی دنیا مدنظر قرار گرفته است (لاورنس[6] و همکاران، ۲۰۱۸). بخش قابل ملاحظه‌ای از برنامه‌های به‌نژادی روی آزمایش‌های سازگاری ارقام وارداتی و اهداف مختلف مانند ویژگی‌های میوه‌شناسی، عملکرد بالا، مقاومت به آفات و بیماری متمرکز شده‌اند (هیون‌بان[7] و همکاران، ۲۰۱۴؛ مین‌سون[8] و همکاران، ۲۰۱۲). در شرایطی که تنها ۱۲رقم تجاری، بازار تازه‌خوری اروپا را به خود اختصاص داده‌اند، گروه بزرگی از ارقام بومی و قدیمی با دامنه وسیعی از طعم، مزه، عطر، قند، محتوای اسیدی، ترکیبات فنلی (جاودانی[9] و همکاران، ۲۰۱۳) و عملکرد بالا وجود دارند که در تولید ارقام جدید می‌توان از آن‌ها بهره جست (جمریک[10] و همکاران، ۲۰۱۳). با توجه به سطح بالای زیر کشت دو رقم رددلیشز و گلدن‌دلیشز در پهنه جهانی و تمایل بازار تازه‌خوری به استفاده از ارقام متنوع و جدید، اهداف اصلاحی به سوی تولید رقم‌های جدید سازگار با عواملی مثل ذائقه مصرف‌کننده، آب‌وهوا و اقلیم هر منطقه پیش می‌روند (اشمیت[11] و همکاران، ۲۰۱۸). کیفیت میوه شامل شکل، اندازه، رنگ زیرین و رنگ‌رویی شاخصی بسیار مهم در فرایند گزینش و به‌نژادی به‌شمار می‌آید (دوریک[12] و همکاران، ۲۰۱۵). تعریف کیفیت میوه به شدت مرتبط با نیاز مصرف‌کننده است. ارزیابی مصرف کننده از میوه سیب در مرحله اول براساس رنگ، اندازه، شکل میوه و عدم وجود ناهنجاری‌ها در پوست و گوشت میوه است، به‌طوری که کیفیت خوراکی در رتبه‌بندی، پس از بازارپسندی قرار دارد (موساچی و سرا[13]، ۲۰۱۸). گزینش و معرفی ارقام جدید سیب از تلاقی‌های هدفمند بین والدهای شناخته‌شده و یا از میان دانهال‌های سیب حاصل از گرده‌افشانی تصادفی با منبع گرده نامشخص صورت می‌گیرد (کیکوچی[14] و همکاران، ۲۰۱۷). هم‌اکنون در کشور، انتخاب سیب در کنار عملکرد و صفات کیفی ویژه مانند میزان آسکوربیک‌اسید (مریدی و همکاران، ۱۳۹۴)، برنامه‌های سازگاری ارقام، کنترل ویروس در سطح ملی (پیرمرادیان و همکاران، ۱۳۹۷) و تولید ارقام زودرس با هدف جایگزینی ارقام قدیمی رددلیشز و گلدن‌دلیشز را نیز در بر می‌گیرد (حاج‌نجاری، ۱۳۹۷b). تولید سیب زودبارده با عملکرد بالا و انبارمانی خوب طی

1. Gharghani
2. Hajnajari
3. Hjalmarsson and Tomic
4. Stanivukovic
5. Bozbuga and Pirlak
6. Laurense
7. Hyuon Bon
8. Min Son
9. Javdani
10. Jemric
11. Schmit
12. Duric
13. Musacchi and Serra
14. Kikuchi

www.SID.ir

Archive of SID

چند سال اخیر بسیار مورد توجه بوده است، به‌طوری که با تلاقی و گزینش‌های متعدد تلاش می‌شود تا بهترین نتاج برای آزمایش‌های میوه‌شناسی معرفی شوند. یکی دیگر از برنامه‌های اصلاحی سیب که در حال حاضر به‌نژادگران بر آن متمرکز شده‌اند، پیش‌بینی زمان رسیدن میوه سیب با استفاده از صفات فنولوژی گل‌دهی است که در ارزیابی‌های بیست ساله بیان شد که استفاده از شاخص زمان گل‌دهی برای تعیین زمان رسیدن میوه در مورد ارقام زودرس و متوسطرس سیب جوابگو نیست و در مورد ارقام دیررس تا حدودی قابل اعتماد است (سولتز[1]، ۲۰۰۰). پژوهش حاضر با هدف شناسایی ارقام زودرس، متوسطرس از بین ۵۶۶ درخت موجود در باغ اختصاصی نتاج دورگ و ارزیابی میوه درختان با عملکرد قابل قبول انجام شد.

مواد و روش‌ها

فیلوژنی (درخت ژنتیک) موادگیاهی

انتخاب والدهای نتاج موجود در باغ، براساس ارزیابی‌های فنولوژیک و عملکردی ۱۰۸ رقم و ژنوتیپ موجود در کلکسیون ارقام بومی و وارداتی تجاری مستقر در ایستگاه تحقیقات باغبانی کمال‌شهر کرج در طول سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۸۴ صورت گرفت. طی سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵، از ۴۴ ترکیب تلاقی، نزدیک به صد هزار بذر تنی و ناتنی تولید و در خزانه دورگ‌گیری نهالستان پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری وابسته به موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشت شد که از آن‌ها حدود ۷۰۰۰ دانهال دورگ به‌دست آمد. اندازه بالای جمعیت در برگیرنده مجموعه‌ای از خانواده‌های تنی و ناتنی حاصل از والدهای مشخص، الزاما بایستی محدود به انتخاب نتاجی گردد که دارای بیشترین صفات مطلوب از والد مادری یا والدهای پدری و مادری باشند، غربال دقیق همراه با حذف وسیع دانهال‌های نامطلوب منجر به افزایش فشار انتخاب (Selective pressure) می‌گردد. غربالگری نتاج تنی و ناتنی در مرحله نونهالی توسط نشانگرهای مورفولوژیک برای شناسایی نتاج زودرس در خزانه طی سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷، منجر به گزینش ۷۲۰ ژنوتیپ برتر شد (حاج نجاری و همکاران، ۲۰۱۲). سال ۱۳۸۷، دورگ‌های انتخابی در باغ نتاج دورگ (Hybrid orchard) واقع در ایستگاه تحقیقات باغبانی مشکین‌آباد کرج، وابسته به موسسه تحقیقات علوم باغبانی مستقر شدند.

این باغ شامل ده ردیف بود که در هر ردیف ۷۲ الی ۷۳ ژنوتیپ منحصر بفرد به‌صورت تک‌درخت استقرار یافتند و نامگذاری ژنوتیپ‌ها براساس موقعیت کاشت آن‌ها صورت گرفت. برای مثال ژنوتیپی با نام L1G49 در ردیف شماره ۱ و در جایگاه چهل‌ونهم استقرار یافته است. براساس نقشه متریک کاشت، مشخص شد تعدادی از جایگاه‌های کشت خالی هستند که درختان دورگ موجود در این جایگاه‌ها خشک شده و از بین رفته‌اند. در نتیجه تعداد کل ژنوتیپ‌های بررسی شده در این پژوهش ۵۶۶ نتاج دورگ می‌باشد. لازم به ذکر است که هیچ یک از والدین پدری یا مادری نتاج در این باغ وجود ندارند و این باغ صرفا جهت استقرار نتاج دورگ حاصل از فرایند دورگ‌گیری و به قصد ارزیابی آن‌ها درنظر گرفته شده است.

پژوهش حاضر طی یک دوره دوساله (۱۳۹۲ و ۱۳۹۳) با هدف ارزیابی و شناسایی نتاج زودبارده (Precoscious progenies) (دارای دوره جوانی کوتاه و انتقال یافته به فاز گل‌دهی)، خصوصیات و گروه‌بندی نتاج دورگ زودرس، متوسطرس، تعیین سطح عملکرد در ۵۶۶ درخت ۶ و ۷ ساله موجود در باغ نتاج دورگ انجام گرفت. یادداشت برداری‌های میدانی وسیع از فنولوژی گل‌دهی با هدف شناسایی نتاج زودبارده، دورگ‌های زودگل‌ده تا دیرگل‌ده، تعیین دوره گل‌دهی و نیز تراکم گل‌دهی و صفت کلیدی فنولوژی زمان رسیدن میوه صورت پذیرفت. با شناسایی نتاج زودبارده در طول دوره گل‌دهی حسب نوسانات دمایی به داده‌برداری‌های روزانه از اواخر اسفند تا پایان فروردین سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ اقدام شد که به‌ترتیب فنولوژِی شروع گل‌دهی ۴۳۴ و ۴۰۲ نتاج سیب ۶ و ۷ ساله تنی و ناتنی وارد شده به فاز بالغ، مستقر در باغ ثبت گردید. به این ترتیب، داده‌برداری از صفات فنولوژیک زودباردهی، شروع گل‌دهی (شکوفایی ۱۰ درصد گل‌ها)، پایان گل‌دهی (ریزش ۹۰ درصد گل‌ها) و دوره گل‌دهی (روزهای حدفاصل بین مراحل شروع و پایان گل‌دهی) صورت گرفت. با توجه به تدریجی بودن فرایند بلوغ شاخه‌ها در تاج درختان، برآورد تراکم گل‌دهی نتاج در مرحله تمام گل (شکوفایی ۹۰ درصد گل‌ها)، با بررسی نسبت حجمی

1. Soltez

www.SID.ir

Archive of SID

بخش گل‌ده به بخش غیرگل‌ده تاج درخت و به‌صورت چشمی محاسبه شد. سطح عملکرد دورگ‌های بارور از طریق شمارش تعداد شاخه‌های میوه‌ده در ابتدای فصل رویشی و شمارش تعداد میوه در درخت تعیین شد. با توجه به وجود یک گرادیان وسیع از صفت زودباردهی (Precosciousness) از ۱ تا ۱۶ شاخه بارده در درختان شناسایی شد. فنولوژی زمان رسیدن میوه (Ripening time) طی یک دوره ۳ ماهه به صورت بررسی‌های میدانی روزانه و گاهی یک روز در میان از اول تیر تا پایان شهریور ماه با هدف شناسایی دورگ‌های خیلی زودرس (very early) تا بسیار دیررس (very late) و به‌منظور گروه‌بندی نتاج در گروه‌های مختلف رسیدن میوه یادداشت‌برداری شد. تشخیص زمان رسیدن میوه با استفاده از شاخص‌های ریزش قبل از برداشت، تغییر رنگ زمینه، ظهور رنگ رویی، تغییر رنگ بذر، کاهش مقاومت به چیده شدن انجام شد و پس از آن در جدولی گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس زمان رسیدن میوه‌ها صورت گرفت. در سال ۱۳۹۲، با توجه به سن درختان، از بین نتاج بارور تعداد ۱۷ درخت با عملکرد قابل قبول و ظاهر و طعم مناسب، انتخاب شدند. مطالعات آزمایشگاهی ارزیابی میوه نتاج انتخابی، با برداشت ۱۰ نمونه میوه سالم از هر درخت دورگ و انتقال به آزمایشگاه پس از برداشت پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری صورت گرفت. بر اساس دستورالعمل ملی آزمون تمایز، یکنواختی و پایداری سیب (D.U.S) (حاج‌نجاری و همکاران، ۱۳۸۷)، صفات میوه‌شناسی از جمله وزن توسط ترازوی دیجیتال (برحسب گرم)، طول و قطر توسط کولیس (برحسب میلی‌متر)، شکل کلی میوه، اندازه، نسبت طول به قطر و رنگ میوه (بر اساس استانداردهای درج شده در D.U.S) مورد بررسی قرار گرفت. در ارزیابی صفات بیوشیمیایی، pH عصاره میوه با استفاده از دستگاه pHمتر مدل Metrohm-691 ساخت سوییس اندازه‌گیری شد. برای محاسبه اسیدیته قابل تیتراسیون (TA[1]) از روش تیترکردن عصاره صاف شده میوه سیب و مواد جامد محلول کل میوه (TSS[2]) از دستگاه انکسارسنج دستی مدل ATAGO Automatic and Water Resistant ساخت کشور ژاپن استفاده شد. گروه‌بندی ۱۷ نتاج دورگ انتخابی در قالب طرح کاملا تصادفی در ۱۰ تکرار برای صفات پومولوژیک و برای آزمایش‌های بیوشیمیایی در ۳ تکرار انجام شد. داده‌های حاصل از آزمایش میوه‌شناسی جهت تجزیه خوشه‌ای ساده به روش Ward و تعیین میزان همبستگی ساده صفات استفاده شدند و پس از آزمون یکنواختی واریانس‌ها و نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و پس از معنی‌دار شدن صفات مورد بررسی، برای انجام مقایسات میانگین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

1. Titrable Acidity
2. Total Soluble Solid

نتایج و بحث

شناسایی نتاج زودبارده بالغ و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس زمان‌رسیدن میوه در باغ نتاج دورگ

بررسی‌های انجام شده میدانی در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ روی تمامی درختان ۶ و ۷ ساله مستقر در باغ نشان داد از مجموع ۵۶۶ نتاج موجود، به ترتیب، ۴۳۴ و ۴۰۲ درخت دورگ از نسل F1 به فاز بلوغ و گل‌دهی وارد شدند (جدول۱) که کاهش نتاج بالغ گل‌ده در سال ۱۳۹۳ تحت تأثیر بادهای تند و طوفان در فصل گل‌دهی بود و موجب ریزش گل‌ها و میوه‌چه‌ها شد. مقایسه تعداد ژنوتیپ‌های دورگ در جدول ۱ تأییدکننده وقوع تنش فوق است به طوری که قبل از طوفان فروردین ماه، زود گل‌ده‌ترین نتاج در گروه ۱ در سال ۱۳۹۳ نسبت به سال ۱۳۹۲ افزایش نشان داد و از گروه ۲ (بسیارزود-زودگل‌ده) تا گروه ۴ (زود گل‌ده تا متوسط گل‌ده) در تعداد نتاج بالغ کاهش قابل توجهی دیده شد که ناشی از ریزش اندام زایشی در اثر باد و طوفان بوده است. با گذر از فاصله زمانی روزهای تنش و ایجاد شرایط مناسب جوی، به‌طور دقیق از گروه ۵ به بعد شاهد افزایش تعداد ژنوتیپ‌های بارور و بالغ هستیم. بیشترین تعداد ژنوتیپ‌های بالغ در گروه زودگل‌ده قرار داشت (جدول۱).

نتایج حاصل از بررسی‌های دو سالانه پراکنش فنولوژی شروع گل‌دهی نشان داد از مجموع ۴۳۴ نتاج بالغ گل‌ده موجود در باغ در سال ۱۳۹۲، ۳۲۷ ژنوتیپ در گروه‌های بسیار زودگل‌ده تا میان گل‌ده توزیع شدند به‌طوری که هر یک از گروه‌های بسیار زودگل‌ده، بسیار زود-زودگل‌ده، زودگل‌ده، زودگل‌ده-میان‌گل‌ده و میان‌گل‌ده به‌ترتیب ۳، ۵۹، ۱۵۴، ۷۸ و ۳۳ از نتاج دورگ را در خود جای داده

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- نتایج ارزیابی فنولوژی گل‌دهی و گروه‌بندی نتاج با ارائه پراکنش و فراوانی آن‌ها در ۹ گروه مربوط به صفت زمان گل‌دهی حسب دستورالعمل ملی تمایز، یکنواختی و پایداری (D.U.S) سیب در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

گروه‌بندی صفت زودگل‌دهی	کمینه-بیشینه تاریخ شروع گل‌دهی (۱۳۹۲)	کمینه-بیشینه تاریخ شروع گل‌دهی(۱۳۹۳)	تعداد نتاج سال ۱۳۹۲	تعداد نتاج سال ۱۳۹۳
کد۱.بسیارزودگل‌ده	۱۳۹۱/۱۲/۲۹ الی ۱۳۹۱/۱۲/۳۰	۱۳۹۳/۱/۱ الی ۱۳۹۳/۱/۳	۳	۸
کد۲.بسیارزود-زودگل‌ده	۱۳۹۲/۱/۱ الی ۱۳۹۲/۱/۳	۱۳۹۳/۱/۴ الی ۱۳۹۳/۱/۶	۵۹	۴۱
کد۳.زودگل‌ده	۱۳۹۲/۱/۴ الی ۱۳۹۲/۱/۶	۱۳۹۳/۱/۷ الی ۱۳۹۳/۱/۹	۱۵۴	۱۰۱
کد۴.زود-میان‌گل‌ده	۱۳۹۲/۱/۷ الی ۱۳۹۲/۱/۹	۱۳۹۳/۱/۱۰ الی ۱۳۹۳/۱/۱۲	۷۸	۷۳
کد۵.میان‌گل‌ده	۱۳۹۲/۱/۱۰ الی ۱۳۹۲/۱/۱۲	۱۳۹۳/۱/۱۳ الی ۱۳۹۳/۱/۱۵	۳۳	۶۷
کد۶.میان-دیرگل‌ده	۱۳۹۲/۱/۱۳ الی ۱۳۹۲/۱/۱۵	۱۳۹۳/۱/۱۶ الی ۱۳۹۳/۱/۱۸	۸۱	۸۰
کد۷. دیرگل‌ده	۱۳۹۲/۱/۱۶ الی ۱۳۹۲/۱/۱۸	۱۳۹۳/۱/۱۹ الی ۱۳۹۳/۱/۲۱	۱۵	۲۱
کد۸.دیر-بسیاردیرگل‌ده	۱۳۹۲/۱/۱۹ الی ۱۳۹۲/۱/۲۰	۱۳۹۳/۱/۲۲ الی ۱۳۹۳/۱/۲۴	۷	۸
کد۹.بسیاردیرگل‌ده	۱۳۹۲/۱/۲۱ الی ۱۳۹۲/۱/۲۲	۱۳۹۳/۱/۲۵ الی ۱۳۹۳/۱/۲۷	۴	۳
مجموع			۴۳۴	۴۰۲

بودند. تعداد ۸۱ نتاج دورگ در گروه میان‌گل‌ده-دیرگل‌ده، ۱۵، ۷ و ۴ ژنوتیپ در گروه‌های دیرگل‌ده، دیر-بسیار دیرگل‌ده و بسیار دیرگل‌ده قرار گرفتند. به‌طور قطع گونه سیب از نظر گل‌دهی به شدت متأثر از نوسانات دمایی محیط است، به‌طوری که به‌عنوان گیاه محک برای مطالعات تغییرات دمایی مناطق مورد استفاده قرار می‌گیرد. نتایج دو سالانه این بررسی نیز نشان داد نتاج سیب در دست بررسی دامنه وسیعی از تغییرات در خصوص صفت شروع گل‌دهی، در سال ۱۳۹۲ نسبت به سال ۱۳۹۳، بسته به شرایط دمایی سالانه در کرج را نشان دادند. داده‌های هواشناسی ۵۰ ساله (۲۰۱۰-۱۹۵۸) مرکز تحقیقات کلین-آلتندورف دانشگاه بن در آلمان در بررسی‌های فنولوژی مرحله تمام‌گل و زمان برداشت گروه بزرگی از ارقام سیب نشان داد طی ۵۰ سال مرحله تمام‌گل و زمان رسیدن در رقم کاکس‌ارنج‌پیپین[1] به ترتیب ۴ و ۲ روز جلو افتاده است (بلیزک و پیستکووا[2]، ۲۰۱۷؛ بلانک وکانز[3]، ۲۰۱۱).

فراوانی ژنوتیپ‌های بارده در گروه‌های ۹گانه زمان رسیدن میوه

نتایج یادداشت‌برداری‌های روزانه فنولوژی زمان رسیدن میوه تمامی نتاج بارور سیب مستقر در باغ نتاج دورگ طی سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳، بر اساس ۹ گروه رسیدگی مندرج در دستورالعمل آزمون تمایز، یکنواختی و پایداری سیب (D.U.S)، منجر به ارائه فراوانی نتاج در هریک از گروه‌های مربوط به صفت زمان رسیدن میوه شد (شکل۱). ۹ گروه مربوط به زمان رسیدن میوه سیب گروه‌های بسیار زودرس (۱ الی ۱۰ تیر)، بسیار زود تا زودرس (۱۱ الی ۲۰ تیر)، زودرس (۲۱ الی ۳۱ تیر)، زود تا متوسط رس (۱ الی ۱۰ مرداد)، متوسط رس (۱۱ الی ۲۰ مرداد)، متوسط تا دیررس (۲۱ الی ۳۱ مرداد)، دیررس (۱ الی ۱۰ شهریور)، دیر تا بسیار دیررس (۱۱ الی ۲۰ شهریور) و بسیار دیررس (۲۱ الی ۳۱ شهریور) در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ بود. افت شدید تعداد ژنوتیپ‌های بالغ بدون محصول در سال ۱۳۹۳ به دلیل ریزش شدید گل‌ها و میوه‌چه‌ها طی طوفان در بهار همان سال است.

نتایج حاصل از بررسی‌های دو سالانه فنولوژی زمان رسیدن میوه نشان داد از مجموع ۳۷۶ نتاج بالغ میوه‌ده در سال ۱۳۹۲، ۳۰۶ ژنوتیپ در ۵ گروه مختلف بسیار زودرس (۲ دورگ)، بسیار زود-زودرس (۳۷ دورگ)، زودرس (۱۵۴ دورگ)، زود- متوسطرس (۶۸ دورگ)، متوسطرس (۴۵ دورگ) قرار گرفتند. تعداد ۴۹ نتاج در گروه متوسط-دیررس، ۱۹ نتاج در گروه دیررس و تنها ۲ نتاج دورگ در گروه دیر-بسیاردیررس قرار گرفتند، در حالی که حتی یک درخت دورگ هم در گروه بسیار دیررس قرار نگرفت. پراکنش نتاج در این سال اثبات نمود بیشترین تعداد ژنوتیپ‌ها به ترتیب در دو گروه زودرس (۱۵۴ دورگ) و زود-متوسطرس (۶۸ دورگ) قرار گرفتند (شکل۱). بررسی فراوانی ژنوتیپ‌های بارده در گروه‌های ۹ گانه زمان رسیدن میوه نشان داد در سال ۱۳۹۳ تعداد ۱۰۴ ژنوتیپ به سومین گروه رسیدگی یعنی گروه زودرس اختصاص یافت و این گروه بیشترین سهم را از نتاج بارور

1. Cox' orange pipin
2. Blazek and Pistekova
3. Blanke and Kunz

www.SID.ir

Archive of SID

باغ داشت. سپس توزیع کمی ژنوتیپ‌ها به ترتیب نزولی در سه کلاس زود-متوسطرس (۴۶ هیبرید)، متوسط-دیررس (۴۲ هیبرید) و متوسطرس (۲۹ هیبرید) بود (شکل۱). توزیع ۳۵۵ نتاج تنی و ناتنی (۹۴/۴۱ درصد) از مجموع ۳۷۶ درخت بالغ سال ۱۳۹۲ و ۲۴۸ ژنوتیپ (۹۵/۳۸ درصد) از مجموع ۲۶۰ دورگ بالغ سال ۱۳۹۳ در ۷ گروه بسیار زودرس تا متوسط- دیررس نشان‌دهنده دست‌یابی موفق به هدف اصلی برنامه به‌نژادی یعنی تولید ارقام زودرس و متوسطرس می‌باشد، به‌طوری که هیچ یک از نتاج در گروه بسیار دیررس قرار نگرفت و فقط ۲ ژنوتیپ در کلاس دیر-بسیار دیررس گروه‌بندی شدند. بازه زمانی گروه‌های ۹گانه رسیدن میوه یک دوره ۹۰ روزه (۹ گروه با دامنه ۱۰ روزه) از اول تیر تا آخر شهریور بود. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش در خصوص فنولوژی زمان رسیدن میوه در مرحله بلوغ نتاج زودبارده، بیانگر بازدهی عالی کاربرد نشانگرهای مورفولوژیکی در مرحله نونهالی و کارآیی این نوع غربالگری در انتخاب نتاج زودرس می باشد که این نتایج با گزارش حاج‌نجاری و همکاران (۲۰۱۲) و حاج‌نجاری و همکاران (۱۳۹۱) همخوانی دارد که به دلیل وجود پیوستگی ژنتیک (Genetic linkage) بین ۱۲ صفت رویشی اختصاصی در مرحله نونهالی با صفت زودرسی اثبات گردید (چاشنیدل و حاج‌نجاری[1]، ۲۰۱۲).

عملکرد در درخت

شاخه‌های بارده شمارش شده در سال ۱۳۹۲ در نتاج بالغ نشان داد این صفت از کمینه یک شاخه بارده تا بیشینه ۱۶ شاخه بارور متغیر بود و ژنوتیپ L5G348 با ۱۶ شاخه بارده در صدر قرار گرفت. تعداد میوه‌های موجود در هر درخت در تیر ماه ۱۳۹۲ از کمینه ۱ تا بیشینه ۳۰۰ میوه در درختان دورگ مختلف متفاوت بود. به‌طوری که نتاج L4G277 و L4G285 به‌ترتیب با ۲۰۰ میوه در ۱۳ شاخه و ۳۰۰ میوه در ۱۰ شاخه دارای بیشترین تعداد میوه در هر درخت در تیر ماه ۱۳۹۲ بودند. البته اندازه میوه این دو ژنوتیپ علی‌رغم عملکرد بالا کوچک بود. در شکل شماره۲، تعداد ژنوتیپ‌های موجود در هر یک از دامنه‌های ۲۵ تایی میوه در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ نشان داده می‌شود (شکل۲).

ارزیابی تمام دورگ‌هایی که در سال ۱۳۹۲ بیش از ۱۰۰ میوه در شاخه‌های بارده خود داشتند و مقایسه گروه رسیدن میوه آن‌ها نشان داد این نتاج به‌ترتیب در گروه‌های رسیدگی بسیار زود-زودرس، زودرس، زود-متوسطرس و متوسطرس قرار داشتند.

تعداد گل و میوه در درخت در بهار و تابستان ۱۳۹۳ تحت تأثیر طوفان، نسبت به سال ۱۳۹۲ کاهش چشمگیری داشت. در سال ۱۳۹۳، دامنه تعداد میوه‌های موجود در درخت از ۱ الی ۱۰۰ میوه بین ژنوتیپ‌ها متغیر بود. به‌طوری که ژنوتیپ‌های L5G334 با حدود ۱۰۰ میوه، L8G548 با ۸۰ میوه و L5G316 و L8G549 هر کدام با ۷۰ میوه در درخت به‌عنوان پربارترین دورگ‌های باغ شناسایی شدند.

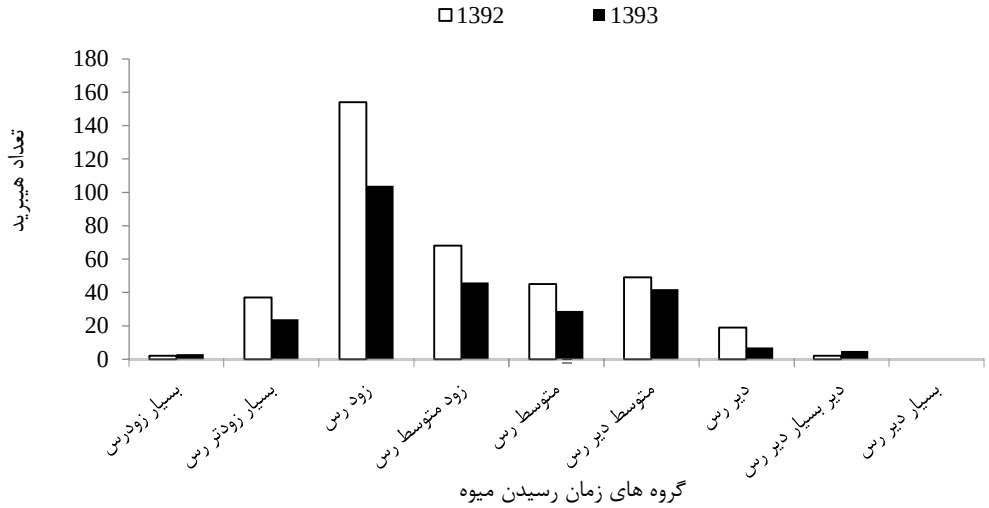
ژنوتیپ L5G334 که بیشترین تعداد میوه (۱۰۰ میوه) را در سال ۱۳۹۳ داشت، در سال ۱۳۹۲ وارد فاز بلوغ (زودباردهی) شده بود و فقط یک میوه در درخت داشت. میوه‌های این دورگ از نظر زمان رسیدن در گروه متوسط-دیررس قرار گرفتند. شاخه‌های آن دارای انعطاف‌پذیری بسیار زیاد، قدرت رشد کم و ارتفاع تقریبی ۱۵۰ سانتی‌متر بودند که آن را همراه با ژنوتیپ‌های L5G327 و L8G545 به‌ترتیب با تعداد ۱۰ و ۳۰ میوه در اندازه متوسط-درشت در زیرگروه درختان پاکوتاه قرار داد. ژنوتیپ L8G548 که در سال ۱۳۹۲ تقریبا ۱۰ میوه در سه شاخه بارده داشت، در سال ۱۳۹۳ با ۸۰ میوه سیب زرد رنگ و با جای گرفتن در گروه رسیدن زودرس، از جمله درختان پربار باغ محسوب می‌شد. ژنوتیپ L5G316 که از نظر رسیدن میوه در گروه زود-متوسطرس قرار گرفت، در سال ۱۳۹۲، ۱۶ میوه در ۵ شاخه بارده داشت که این میزان به ۷۰ میوه در سال ۱۳۹۳ افزایش یافت. میوه‌های ژنوتیپ L8G549 در گروه زودرس قرار گرفتند، در حالی که در سال ۱۳۹۲ با یک شاخه بارده و یک میوه سیب وارد فاز بلوغ شده بودند. در میان درختان باغ، میوه‌های زنگوله‌ای شکل و درشت ژنوتیپ‌های L6G425 و L6G428 به ترتیب با ۱۰ و ۲۰ میوه در درخت، نیز خودنمایی می‌کردند.

متأسفانه در سال ۱۳۹۳ به دلیل عدم فرصت کافی آزمایش‌های ارزیابی میوه صورت نگرفت که پیشنهاد می‌شود در مطالعه‌های بعدی، میوه‌های این ژنوتیپ‌ها نیز مدنظر قرار گیرند. هرچند وقوع طوفان بهاره حسب مرحله

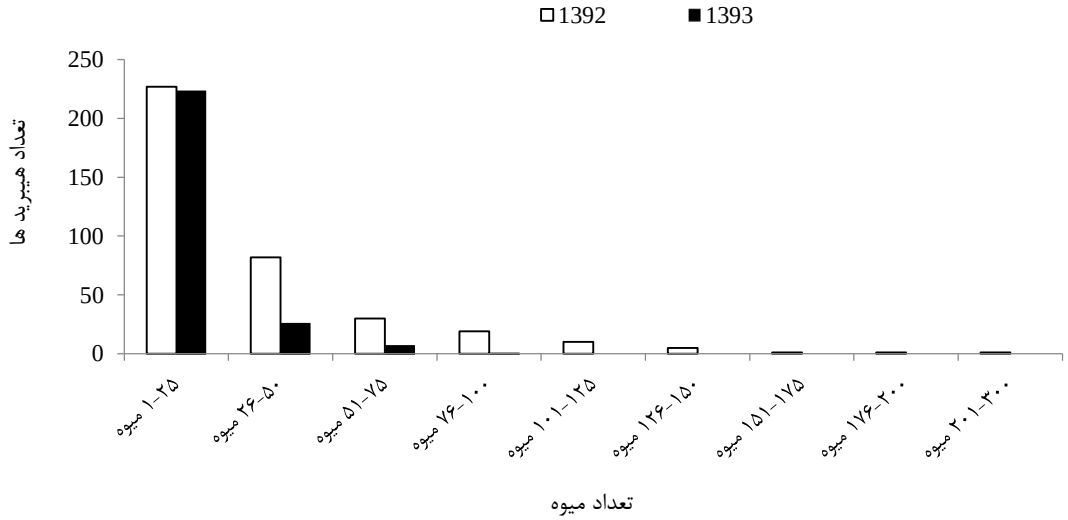
1. Chashnidel and Hajnajari

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- پراکنش و فراوانی نتاج سیب در کلاس‌های مختلف رسیدگی میوه حسب دستورالعمل ملی تمایز، یکنواختی و پایداری (D.U.S) سیب در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳



شکل ۲- تعداد نتاج دورگ تنی و ناتنی سیب در دامنه ۲۵تایی میوه براساس تعداد کل میوه درخت در زمان رسیدن در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

فنولوژیک ژنوتیپ‌ها، در زمان گل‌دهی تا مرحله فندقه، به دلیل فشار مکانیکی باد و کاهش بازدید حشرات جهت گرده‌افشانی موجب ریزش میوه‌های جوان شد ولی از سوی دیگر وقوع این تنش موجب شناسایی نتاج حامل ژن متحمل به کنده‌شدن (ریزش) میوه در سال ۱۳۹۳ شد. به‌عبارت دیگر، آن دسته از ژنوتیپ‌های دورگ که در سال ۱۳۹۳ نسبت به ریزش میوه در برابر بادهای سنگین مقاومت نشان دادند در صورت برخورداری از عملکرد و کیفیت مناسب، جدای از صفت زمان رسیدن، می‌توانند برای مناطق بادخیز و ارتفاع‌های بالای ۲۰۰ متر از سطح دریا انتخاب شوند.

بررسی میوه‌شناسی میوه‌های درختان دورگ براساس تجزیه خوشه‌ای به روش Ward

با بررسی و واکاوی داده‌های میدانی، تعدادی از ژنوتیپ‌های برتر در گروه‌های رسیدگی زودرس و متوسطرس و مرتبط با آن‌ها شناسایی و تحت آزمایش‌های ارزیابی میوه و بیوشیمیایی قرار گرفتند. تلاش‌ها بر شناسایی اولیه تمامی نتاج و گروه‌بندی آنان از نظر عملکرد با تمایز گروه‌های دارای باردهی متوسط به

www.SID.ir

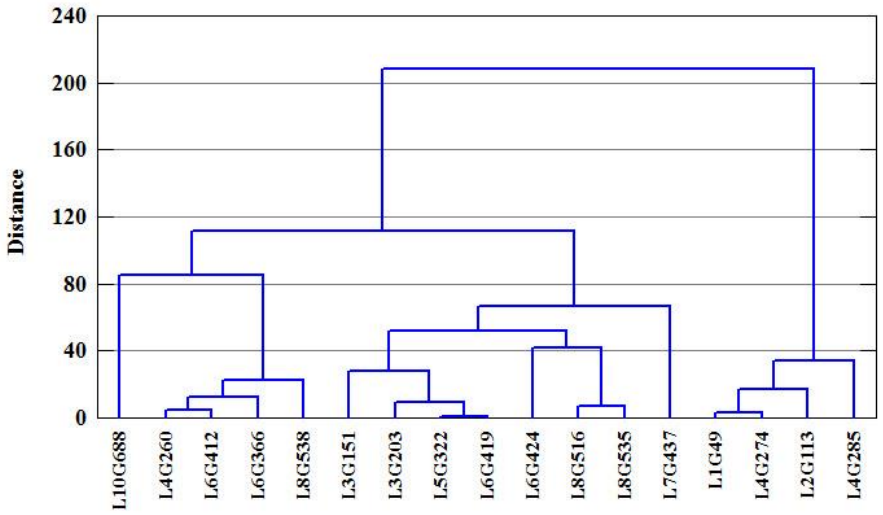
Archive of SID

جدول ۲- صفات کلیدی میوه‌شناسی، تراکم گل‌دهی و گروه زمان رسیدن میوه ۱۷ نتاج انتخابی سیب در سال ۱۳۹۲

ردیف	ژنوتیپ	گروه رسیدگی	تعداد میوه	قطر میوه (میلی‌متر)	طول میوه (میلی‌متر)	اندازه میوه	تراکم گل‌دهی	تاریخ آغاز گل‌دهی در فروردین ماه	رنگ میوه	شکل میوه
۱	L1G49***	۵-متوسط رس	۸۰	۳۸/۳۳	۳۴/۲۳	کوچک	٪۷۰	۹ -۷	قرمز صورتی	کروی
۲	L2G113***	۵-متوسط رس	۱۳۹	۳۷/۴۷	۳۴/۶۲	کوچک	٪۸۰	۱۳ - ۱۵	قرمز صورتی	کروی
۳	L3G151**	۵-متوسط رس	۷۵	۵۱/۷۱	۴۵/۱۳	متوسط	٪۸۰	۱۳ - ۱۵	قرمز	کروی
۴	L3G203**	۴-زود-متوسط رس	۴۵	۵۵/۳۶	۵۶/۴۵	متوسط-بزرگ	٪۴۰	۷ - ۹	قرمز صورتی	کروی
۵	L4G260*	۴-زود-متوسط رس	۵۰	۶۰/۰۴	۵۳/۵۲	متوسط-بزرگ	٪۸۰	۱ - ۳	قرمز نارنجی	مخروطی
۶	L4G274***	۳-زودرس	۴۰	۳۵/۴۶	۲۹/۱۷	کوچک	٪۵۰	۴ - ۶	قرمز	کروی
۷	L4G285***	۳-زودرس	۳۰۰	۳۲/۲۶	۲۵/۶۷	کوچک	٪۹۰	۱ - ۳	قرمز	کروی
۸	L5G322**	۳-زودرس	۱۵۰	۵۸/۳۷	۵۳/۰۲	متوسط	٪۷۰	۴ - ۶	قرمز صورتی	مخروطی
۹	L6G366*	۵-متوسط رس	۶۵	۵۹/۰۰	۵۸/۸۳	متوسط	٪۵۰	۷ - ۹	قرمز	کروی
۱۰	L6G412*	۷-متوسط‌رس	۲۴	۶۷/۰۵	۶۱/۶۹	متوسط-بزرگ	٪۲۵	۴ - ۶	قرمز صورتی	کروی
۱۱	L6G419**	۵-متوسط رس	۵۰	۵۸/۱۰	۵۴/۹۰	متوسط	٪۶۰	۱۳ -۱۵	قرمز صورتی	کروی
۱۲	L6G424**	۳-زودرس	۸۵	۵۶/۰۲	۶۳/۰۳	متوسط-بزرگ	٪۸۰	۴ - ۶	قرمز نارنجی	مخروطی
۱۳	L7G437**	۵-متوسط رس	۱۲۵	۵۵/۶۱	۴۸/۹۷	متوسط	٪۸۰	۴ - ۶	قرمز نارنجی	مخروطی
۱۴	L8G516**	۳-زودرس	۱۳۰	۵۶/۲۸	۵۹/۴۹	متوسط	٪۹۰	۱ - ۳	قرمز صورتی	کروی
۱۵	L8G535**	۳-زودرس	۲۶	۶۰/۲۶	۶۵/۴۳	متوسط-بزرگ	٪۴۰	۴ - ۶	قرمز صورتی	زنگوله ای
۱۶	L8G538*	۲-بسیارزود-زودرس	۸۴	۶۳/۷۶	۶۴/۹۳	متوسط-بزرگ	٪۹۰	۴ - ۶	قرمز صورتی	مخروطی
۱۷	L10G688*	۳-زودرس	۶۰	۵۶/۰۱	۴۴/۰۹	متوسط	٪۶۰	۷ - ۹	قرمز	کروی

بالا، همراه با صفات مهم زودباردهی، تراکم گل‌دهی و دیرگل‌دهی (ساز و کار فرار از سرمای بهاره) به علاوه اندازه میوه، طعم و مزه مطلوب و ارزیابی خصوصیات میوه شناسی گروهی از نتاج برتر متمرکز گردید. در جدول شماره ۲ نتاج انتخابی و برخی ویژگی‌های کیفی و فنولوژیک آن‌ها آورده شده‌است (جدول۲).

آنالیز تجزیه خوشه‌ای با استفاده از داده‌های حاصل از آزمایش‌های ارزیابی میوه و بیوشیمیایی ۱۷ نتاج انتخابی با هدف گروه‌بندی و تعیین خویشاوندی ژنتیک انجام شد (شکل ۳). بررسی دندروگرام حاصله نشان داد نتاج تنی و ناتنی مورد نظر در سه گروه قرار گرفتند. گروه اول ۵ ژنوتیپ (با علامت یک ستاره در جدول۲)، گروه دوم ۸ ژنوتیپ (با علامت دو ستاره در جدول۲) و گروه سوم ۴ ژنوتیپ (با علامت سه ستاره در جدول۲) را در خود جای دادند (جدول۲).



شکل ۳- دندروگرام حاصل از گروه‌بندی هفده ژنوتیپ سیب باغ هیبرید براساس صفات پومولوژیک به روش Ward

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین تعداد نتاج در گروه دوم قرار گرفتند که داشتن میوه‌هایی به اندازه متوسط و متوسط-بزرگ، مومی شدن پوست در حد متوسط و به‌ندرت قوی، قطر میوه ۵۰ تا ۶۵ و در برخی موارد ۶۰-۷۰ میلی‌متر، شکل به‌تقریب کروی و در برخی موارد مخروطی و زنگوله‌ای، رنگ زمینه زرد و سبز مایل به زرد، رنگ رویی متنوع و در برگیرنده رنگ‌های صورتی، قرمز و انواع تیپ رنگ رویی نواری باریک و پهن، رنگ گوشت میوه کرم و سفید (جدول۳)، بدون زنگار در لپ و دمگاه و سطح pH در دامنه ۳/۵ الی ۴ از ویژگی‌های این گروه است. ژنوتیپ‌های L3G151، L3G203، L5G322، L6G419، L6G424، L7G437، L8G516 و L8G535 در این گروه قرار گرفتند.

از جمله صفات مشترک میوه‌شناسی نتاج دورگ زیرگروه اول (ژنوتیپ‌های L4G260، L6G366، L6G412، L8G538 و L10G688) داشتن میوه‌هایی با اندازه متوسط و متوسط- بزرگ، رنگ گوشت سفید و در برخی موارد مایل به زرد یا صورتی و بدون زنگار لپ است. pH میوه‌های این گروه ۳/۸ تا ۴/۴ بود. میوه‌های این گروه از نتاج به صورت غالب کروی و در برخی موارد مخروطی و به رنگ‌های متنوعی از قرمز، قرمز نارنجی و قرمز صورتی دیده شدند (جدول۳).

میوه‌های زیرگروه سوم شامل ژنوتیپ‌های L1G49، L2G113، L4G274 وL4G285 و از نظر اندازه کوچک و کروی شکل با pH ۳/۵ تا ۳/۸ و طعم ملایم و مناسبی بود. اندازه کوچک میوه‌های این زیرگروه، علی‌رغم عملکرد بالا و رنگ بسیار زیبای قرمز و قرمز صورتی (جدول۳)، در وهله اول آن‌ها را برای مصرف تجاری تازه‌خوری نامناسب نموده است. اما با توجه به طعم شیرین و گاهی متمایل به ترش و آب‌دار بودن میوه‌های این ژنوتیپ‌ها و سایز مناسب آن‌ها برای استفاده در سالاد میوه به‌نظر می‌رسد در کنار سایر دورگ‌ها قابل بهره‌برداری هستند. ضمن این‌که، در نبود میوه در بازار تازه‌خوری در دامنه زمانی اواخر بهار تا اوایل تابستان و بازارپسندی سیب‌های معطر آب‌دار و خالی بودن بازار تازه‌خوری از محصولات هسته‌دار، صفت اندازه میوه در گروه سیب‌های بسیار زودرس و زودرس قابل چشم‌پوشی می‌باشد. ضمن این که در باغ‌های احداث شده برای آزمایش‌های سازگاری منطقه‌ای با اعمال تنک، هرس و تربیت و تغذیه متفاوت، اندازه میوه‌ها قابل افزایش خواهد بود.

در دسته‌بندی تجاری، میوه‌های سیب در سه گروه عالی، کلاس ۱ و کلاس ۲ قرار می‌گیرند. برای اندازه‌گیری اندازه میوه می‌توان دو عامل قطر میوه یا وزن میوه را مدنظر قرار داد. در این دسته‌بندی کمینه قطر و وزن میوه سیب کلاس‌های مختلف ۶۰ میلی‌متر و ۷۰-۹۰ گرم ذکر شده است (کدکس استاندارد سیب، ۲۰۱۷). اغلب میوه‌های قرار گرفته در گروه‌های یک و دو تجزیه خوشه‌ای این پژوهش، هم از نظر وزن و هم از نظر قطر میوه از استاندارد جهانی جهت مصرف تازه‌خوری برخوردار بودند.

بررسی زودرسی دورگ‌های انتخابی

زیر گروه اول

از پنج ژنوتیپ موجود در این زیرگروه، دو دورگ تنی، نخست ژنوتیپ L4G260 حاصل تلاقی "تاپ‌رددلیشز♂ × گلاب‌کهنز♀" در گروه زود-متوسط‌رس و دیگری ژنوتیپ زودرس L10G688 حاصل تلاقی "حیدرزاده♂ × شیخ‌احمد♀" وجود داشتند. "تاپ‌رددلیشز" دارای میوه‌های بسیار درشت، سفتی بافت خوب، حساس به زنگار، رنگ‌رویی قرمز و عملکرد خوب ولی "گلاب کهنز" با میوه کوچک، لپ صورتی، مقاوم به زنگار، بافت نرم و عملکرد پایین است. "حیدرزاده" دارای میوه درشت، شکل گرد، رنگ‌رویی قرمز ماتیکی و عملکرد متوسط و رقم والد مادری یعنی "شیخ‌احمد" با اندازه میوه متوسط، رنگ‌رویی زرد با عملکرد عالی است (حاج‌نجاری، ۱۳۹۷b). سه دورگ ناتنی دارای والد مادری "شیخ‌احمد" در سه گروه زودرسی متفاوت قرار داشتند. از سایر ویژگی‌های والد مادری "شیخ احمد" که خود در کلاس رسیدن زود-متوسط‌رس قرار داشت می‌توان به دوره بلند گل‌دهی، تراکم گل‌دهی بسیار بالا، قدرت گرده‌پذیری زیاد، شکل استوانه‌ای میوه، سفتی بافت مناسب، خوش خوراک بودن و داشتن طعم شیرین به علاوه قدرت رشد کم (حاج نجاری، ۱۳۹۰) و شاخه‌های بسیار انعطاف‌پذیر اشاره کرد. صفت آخر در عین جلوگیری از شکستن شاخه‌های بارده موجب دادن عادت رشد آویخته یا مجنون به رقم شیخ‌احمد شده است (حاج‌نجاری، ۱۳۹۷b). حاج‌نجاری و مرادی (۱۳۹۳) با بررسی سطوح خودسازگاری برخی ارقام سیب موجود در کلکسیون ارقام ایستگاه تحقیقات باغبانی کمال‌شهر کرج (وابسته به موسسه تحقیقات علوم باغبانی) به این نتیجه رسیدند که برخی ارقام از جمله رقم شیخ احمد به‌طور کامل خودسازگارند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- حالت تظاهر صفات مختلف مربوط به رنگ در میوه سیب نتاج تنی و ناتنی انتخابی در ارزیابی پومولوژیک در سال ۱۳۹۲

ردیف	ژنوتیپ	رنگ زمینه	نسبت رنگ رو	هاله رنگ روی پوست میوه	شدت رنگ روی میوه	تیپ رنگ‌رو	عرض رگه‌ها	رنگ گوشت میوه
۱	L4G260	زرد	ندارد یا بسیارکم	قرمزنارنجی	متوسط	لکه یکدست با نوارهای کمرنگ	متوسط	مایل به زرد
۲	L6G366	سبز مایل به زرد	متوسط	قرمز	متوسط	لکه یکدست با نوارهای واضح	متوسط	سفید
۳	L6G412	سبز مایل به زرد	ندارد یا بسیارکم	قرمز صورتی	روشن	لکه یکدست کمرنگ با نوارهای واضح	متوسط	سفید
۴	L8G538	سبز	متوسط	قرمز صورتی	متوسط	لکه یکدست با نوارهای واضح	باریک	مایل به صورتی
۵	L10G688	سبز مایل به زرد	متوسط	قرمز	تیره	لکه یکدست با نوارهای واضح	متوسط	سفید
۶	L3G151	زرد	زیاد	قرمز	متوسط	لکه یکدست	باریک	مایل به صورتی
۷	L3G203	سبز مایل به سفید	کم	قرمز صورتی	متوسط	لکه یکدست کمرنگ با نوارهای واضح	باریک	مایل به سبز
۸	L5G322	زرد	متوسط	قرمز صورتی	متوسط	لکه یکدست کمرنگ با نوارهای واضح	متوسط	مایل به صورتی
۹	L6G419	سبز مایل به زرد	متوسط	قرمز صورتی	متوسط	لکه یکدست با نوارهای واضح	باریک	مایل به سبز
۱۰	L6G424	سبز	کم	قرمزنارنجی	متوسط	لکه یکدست با نوارهای واضح	باریک	مایل به سبز
۱۱	L7G437	سبز مایل به زرد	متوسط	قرمزنارنجی	متوسط	لکه یکدست	متوسط	سفید
۱۲	L8G516	سبز مایل به سفید	متوسط	قرمز صورتی	روشن	لکه یکدست کمرنگ با نوارهای واضح	باریک	سفید
۱۳	L8G535	سبز مایل به زرد	متوسط	قرمز صورتی	متوسط	لکه یکدست کمرنگ با نوارهای واضح	متوسط	مایل به صورتی
۱۴	L1G49	زرد	متوسط	قرمز صورتی	متوسط	لکه یکدست با نوارهای واضح	باریک	مایل به زرد
۱۵	L2G113	زرد	ندارد یا بسیار کم	قرمز صورتی	روشن	لکه یکدست با نوارهای واضح	باریک	مایل به صورتی
۱۶	L4G274	سبز مایل به زرد	متوسط	قرمز صورتی	متوسط	لکه یکدست با نوارهای کمرنگ	باریک	مایل به زرد
۱۷	L4G285	سبز مایل به زرد	متوسط	قرمز	متوسط	لکه یکدست با نوارهای واضح	باریک	مایل به صورتی

با توجه به هموزیگوستی غالب بر ژنوم ارقام خودسازگار، والد مادری "شیخ‌احمد" علی‌رغم گرده‌افشانی آزاد، قادر به تولید نتاج زودرس شده است. به همین دلیل اغلب نتاج آن در گروه‌های رسیدن مرتبط با زودرس و متوسطرس جای گرفتند. نتایج این پژوهش به دلیل وجود تعداد بالای نتاج زودرس (شکل۱) با میوه استوانه‌ای و کروی شکل تأیید می‌شود (جدول۲). سه دورگ ناتنی حاصل از والد مادری "شیخ‌احمد" دربرگیرنده ژنوتیپ‌های L8G538 (بسیار زود-زودرس)، L6G412 (متوسطرس) و L6G366 (متوسطرس) می‌باشند. نتایج بررسی‌های ده ساله فنولوژی گل‌دهی ژرم‌پلاسم موجود در کلکسیون ارقام تجاری سیب در کمالشهر، کرج (وابسته به موسسه تحقیقات علوم باغبانی) منجر به تهیه جدول گروه‌های گرده‌افشان گردید که ارقام زودرس گرده‌دهنده‌ای چون "گلاب اصفهان" (زودرس)، "گلاب صحنه" (زودرس)، "گل‌بهار" (زود تا متوسطرس)، "مشهدنوری" (زودرس) و "حیدرزاده" (زود تا متوسطرس) به‌عنوان هم‌گروه والد مادری "شیخ‌احمد" قرار داشتند (حاج‌نجاری، ۱۳۸۷). بررسی نقشه کاشت در کلکسیون ارقام نشان داد ارقام گرده‌افشان هم‌گروه بسیار نزدیک به‌هم کاشته شده‌اند، بنابراین به احتمال زیاد ارقام هم‌گروه فوق که همگی در گروه‌های مختلف زودرسی نیز می‌باشند در افزایش تعداد

www.SID.ir

Archive of SID

نتاج زودرس تا متوسط رس رقم شیخ‌احمد نقش مثبتی را ایفا کرده‌اند. ضمن این‌که جمع‌آوری بذور گرده‌افشانی آزاد از تعداد ارقام مطلوب در فضای محدود یکی از روش‌های شناخته شده به‌نژادی است. لازم به‌ذکر است که ۲۶ نتاج از مجموع ۳۷ دورگ در گروه بسیار زود-زودرس (گروه۲)، ۸۷ نتاج از مجموع ۱۵۴ دورگ درگروه زودرس (گروه۳)، ۳۰ نتاج از مجموع ۶۸ دورگ در گروه زود-متوسطرس (گروه۴)، ۱۸ نتاج از مجموع ۴۵ دورگ در گروه متوسط رس (گروه۵) مستقر در باغ دورگ‌ها از والد مادری "شیخ‌احمد" به‌دست آمده‌اند. لذا می‌توان این والد را جزء والدهای برتر برای تولید نتاج زودرس قلمداد کرد.

زیرگروه دوم

تجزیه خوشه‌ای داده‌های کمی و کیفی میوه، هشت ژنوتیپ را در زیرگروه دوم قرار داد. این دورگ ها در گروه‌های زودرس، زود-متوسطرس و متوسطرس طبقه‌بندی شدند. دورگ‌های زودرس و متوسطرس این زیرگروه نیز از نتاج ناتنی والد مادری "شیخ‌احمد" بودند. لورنزتی و چکارلی[1] (۱۹۸۰) اذعان داشتند صفاتی که از طریق مادری به نتاج منتقل می‌شوند دارای یکی از انواع وراثت‌پذیری سیتوپلاسمی و یا ژنتیکی-سیتوپلاسمی هستند. در این گروه، تظاهر صفت زودرسی میوه به غیر از نتاج تنی، در نتاج ناتنی سیب با والدهای پدری مختلف نیز مشهود است. دورگ‌های موجود در این زیرگروه به شرح زیر می‌باشند:

L3G151: متوسطرس، حاصل ترکیب تلاقی "ارلی ردوان♂× واین‌سپ♀" است. رقم واین‌سپ تری‌پلوییید و در نتیجه نرعقیم می‌باشد و صفت متوسطرسی از رقم والد پدری متوسط-دیررس ارلی‌ردوان در نتاج تظاهر یافته است به طوری که علی‌رغم دیر-بسیار دیررس بودن "واین‌سپ"، دورگ تنی حاصله از نظر صفت زمان رسیدن به والد پدری متوسط-دیررس "ارلی‌ردوان" تمایل بیشتری داشته و در گروه متوسطرس جای گرفت. بر اساس یافته‌های جنیک[2] و همکاران (۱۹۹۶) می‌توان نتیجه گرفت که نتاج از نظر زودرسی می‌توانند میانگین والدین هم باشند و میانگین صفات نتاج تقریبا به میانگین والدین نزدیک‌تر است. در مجموع باید والدینی را با هم تلاقی داد که صفات انتخابی مورد نظر را در حداکثر تظاهر خود و نزدیک به بهینه بروز دهند.

L3G203: متوسطرس و از والد مادری "جاناتان" (زود تا متوسطرس) بوده و نتاج ناتنی تحت تأثیر منبع ناشناخته گرده قرار داشتند. از میان پنج نتاج ناتنی با والد مادری رقم شیخ‌احمد (زود-متوسط رس)، چهار نتاج L5G322، L6G424، L8G516 وL8G535 زودرس و L6G419 هم متوسطرس بودند.

L7G437: نتاج ناتنی متوسطرس که تحت تأثیر صفات ممتاز والد مادری متوسط-دیررس "استارکینگ" با اندازه میوه درشت و خوش خوراکی، قرار داشت. با توجه به همجواری "استارکینگ" با "گلاب کهنز" (زودرس) در کلکسیون ارقام و با توجه به بررسی‌های انجام شده بر نحوه حرکت زنبورها در باغ می‌توان این احتمال را در نظر گرفت که در این مورد با یک دورگ‌گیری طبیعی ("گلاب کهنز" به عنوان گرده‌دهنده و "استارکینگ" به عنوان گرده‌گیرنده) روبرو باشیم، چرا که زنبورها ترجیح می‌دهند در هنگام جمع‌آوری گرده روی یک ردیف حرکت کرده و از درختی به نزدیک‌ترین درخت پرواز کنند (کرون[3] و همکاران، ۲۰۰۱) و دو رقم مذکور در باغ ارقام از چنین موقعیتی نسبت به هم برخوردار بودند. هر چند برای اثبات این امر به آزمایش‌های بیشتر از جمله ارزیابی‌های مولکولی نیاز است.

زیرگروه سوم

در زیرگروه سوم یک دورگ تنی و سه دورگ ناتنی قرار دارند که هر چند به دلیل اندازه کوچک میوه در یک گروه قرار گرفته‌اند ولی به دلیل ظاهر و طعم خوب، آب‌دار بودن و به منظور پر کردن خلا بازار می‌توان با استفاده از شیوه‌های مختلف مدیریتی باغ آن‌ها را برای استفاده در سالاد میوه، همانند آنچه که در کاربرد گوجه‌فرنگی زیتونی دیده می‌شود و همچنین سایر بررسی‌های اصلاحی مدنظر قرار داد. دورگ تنی L4G274 ("اردبیل۱♂ × حیدر زاده♀") زودرس است. هر دو والد پدری و مادری زود-متوسطرس هستند و تمایل ژنتیکی نتاج به سمت زودرسی سوق یافته است. یک دورگ ناتنی زودرس L4G285 و دو دورگ ناتنی متوسطرس L1G49 و L2G113 به ترتیب از والدهای مادری "استارکان روژ"

1. Lorenzetti and Ceccarelli
2. Janick
3. Kron

www.SID.ir

Archive of SID

متوسطرس، "گرانی‌اسمیت" دیر- بسیاردیررس و رقم متوسط- دیررس یلو اسپور به دست آمده‌اند.

واکاوی داده‌ها (تجزیه واریانس)

نتایج حاصل از واکاوی داده‌ها و مقایسه میانگین داده‌های صفات کمی و کیفی میوه‌شناسی و بیوشیمیایی هفده ژنوتیپ دورگ انتخابی بیانگر وجود اختلاف بین نتاج از نظر صفات وزن، طول، قطر، نسبت طول به قطر (Fruit Length/Fruit Diameter) و طول دم میوه در سطح یک درصد بود (جدول۴). وجود اختلافات معنی‌دار در تمامی صفات مورد مطالعه به‌دلیل ظهور تفرق ژنتیک درون خانواده‌ای در نتاج ناتنی و حتی نتاج تنی حاصل ترکیب تلاقی با والدهای پدری و مادری مشخص است. طبیعی است که میزان تفرق با تغییر یکی از والدها در نتاج متعلق به خانواده‌های مختلف افزایش یابد. کمی بودن صفات مورد بررسی در این پژوهش با دخالت تعداد زیادی از ژن‌های مسئول در بیان هر یک از صفات به افزایش تنوع ژنتیک درون خانواده و برون خانواده (Inter and Intra family) دامن زد. روش کلاسیک تلاقی‌های یک‌طرفه و دوطرفه همواره یکی از متداول‌ترین روش‌های به‌نژادی در موسسه‌های تحقیقات باغبانی دنیا می‌باشد (لاورنس[1]، ۱۹۹۸). در این روش با افزایش تفرق ژنتیک امکان تجمیع ژن‌های مطلوب در تعدادی از دورگ‌ها افزایش می‌یابد (جنسن[2] و همکاران، ۲۰۱۴). انتخاب صحیح والدین، افزایش ترکیب‌های تلاقی، افزایش تعداد تلاقی در یک سال و یا به صورت پلکانی در چند سال و استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی و مولکولی امکان دسترسی به نتاج مطلوب را افزایش خواهد داد. (کلرهالز[3] و همکاران، ۲۰۰۹).

نتایج و بحث میوه‌شناسی

ژنوتیپ L6G412 بیشترین وزن (۱۲۳/۲۰ گرم) (شکل۴) و قطر میوه (۶۷/۰۵ میلی‌متر) (شکل۵) را به خود اختصاص داد. همین ژنوتیپ با طول میوه ۶۱/۶۹ میلی‌متر در مقام سوم از نظر طول میوه بین سایر نتاج انتخابی قرار گرفت. شکل کروی مخروطی آن بین نتاج انتخابی این ژنوتیپ را در جایگاه ویژه‌ای قرار داد. هر چند شکل استوانه‌ای والد مادری "شیخ‌احمد" به‌عنوان یک شکل کمیاب موجب افزایش بازارپسندی می‌شود ولی علی‌رغم اندازه کوچک-متوسط میوه، به عنوان یک والد زود-متوسطرس در تلاقی با ارقام میوه درشت می‌تواند منجر به تولید میوه‌های کروی تا مخروطی کشیده، با وزن بالا، طول و اندازه تجاری مناسب و در نتیجه زیبایی شکل میوه و بازارپسندی خوب آن شود. این ویژگی‌ها در نتاج L8G535 و L6G424 به ترتیب با بلندترین طول میوه (۶۵/۴۳ میلی‌متر) و بیشترین نسبت طول به قطر میوه (با نسبت ۱/۱۱) در گروه دوم حاصل از تجزیه خوشه‌ای ثبت شد (شکل۳). نسبت طول به قطر میوه شاخص ظاهری بسیار مهمی در سیب است به‌طوری که با افزایش این نسبت به بیش از ۱، میوه در گروه عالی، بین ۰/۹ تا ۱ در گروه خوب و نسبت بین ۰/۸۵ تا ۰/۹ در گروه قابل قبول دسته‌بندی می‌شود (فلاحی و همکاران، ۱۳۹۱). شکل میوه متأثر از اثر متقابل محیط و ژنوتیپ است به طوری که سیب‌های پرورش یافته در مناطق مرتفع با شب‌های خنک و روزهای آفتابی شکل کشیده‌تری دارند یعنی نسبت طول به قطر میوه‌های آن‌ها بیشتر است (اکر[4] و همکاران، ۲۰۰۸) و در عین‌حال برخی ارقام مقاوم به زنگار مانند "گلدن‌ریندرز"[5] و "گلدن‌کریلارد"[6] در مقایسه با ارقام حساس به زنگار، دارای شکل کشیده و بسیار زیبا با پوست براق و در نتیجه بیشترین بازارپسندی هستند (اکر و حاج‌نجاری[7]، ۲۰۰۶). تفاوت در صفت وزن میوه نتاج ناتنی را می‌توان به اثر ژنتیک ارقام والد از نظر تنوع شکل، اندازه میوه و نیز مدیریت باغ مربوط دانست (بوزبوگا و پیرلاک، ۲۰۱۲). در این آزمایش درختان نتاج حاصل از گزینش توسط نشانگرهای مرفولوژیک به صورت دانهال در باغ دورگ استقرار یافتند و تربیت آن‌ها به فرم دوکی بود. لذا اثر ژنتیک پایه و نیز عملیات مدیریتی مانند تنک گل یا میوه، محلول‌پاشی، تغذیه خاکی و حتی فاصله مطلوب کاشت منتفی است. بنابراین با حذف عوامل مدیریتی (به جز هرس و حذف پاجوش) در این برنامه به‌نژادی، نتاج در شرایط مطلوب برای تظاهر و بیان بهینه ژنتیک صفات تنها در حضور عوامل آب و هوایی مثل نور، باران، دما و باد قرار گرفتند. به‌طور قطع، ارقام انتخابی حاصل از این برنامه

1. Laurens
2. Jensen
3. Kellerhals
4. Eccher
5. Golden Reinders
6. Golden Crielaard
7. Eccher and Hajnajari

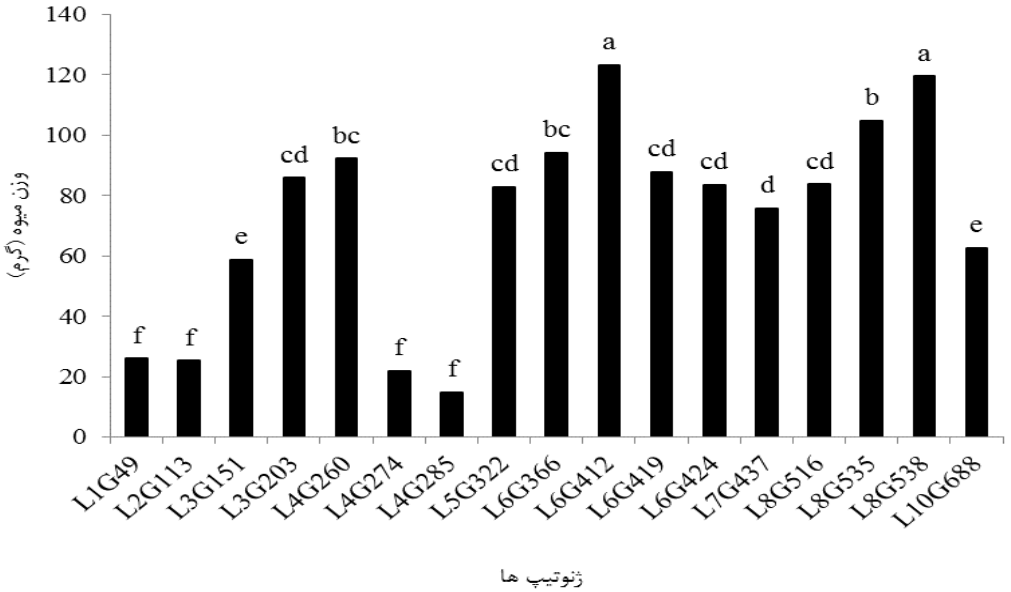
www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره ۴. تجزیه واریانس صفات میوه در ژنوتیپ‌های انتخابی سیب براساس دستورالعمل آزمون D.U.S

منبع تغییر	درجه آزادی	وزن میوه	طول میوه	قطرمیوه	نسبت‌طول به‌قطرمیوه	طول‌ساقه میوه	ضخامت ساقه	عمق‌حفره ساقه	عرض‌حفره ساقه	عمق‌حفره چشم	عرض حفره چشم	TSS
ژنوتیپ	۱۶	۱۱۲۶۶/۳۴**	۱۶۲۰/۵۴**	۱۰۸۹/۶۹**	۰/۰۹**	۳۲۱/۰۶**	۸/۰۳**	۱۰۱/۸۲**	۱۶۳/۵۰**	۸۶/۴۱**	۱۱۱/۴۳**	۲۸/۳۷**
اشتباه آزمایشی	۱۵۳	۱۹۱/۲۷	۱۳/۲۰	۱۲/۸۷	۰/۰۰۳۲	۱۴/۴۱	۰/۱۷	۲/۸۹	۴/۱۶	۱/۲۷	۱/۹۴	۰/۰۲
درصد ضریب‌تغییرات	-	۱۸/۹۲	۷/۲۴	۶/۷۷	۶/۰۹	۲۸/۱۲	۲۳/۰۱	۲۱/۹۸	۱۲/۷۲	۲۱/۲۷	۹/۵۵	۱/۱۱

** معنی‌داری در سطح‌احتمال ۱٪



شکل ۴- نمودار مقایسه میانگین صفت وزن میوه های نتاج انتخابی در سال ۱۳۹۲. حروف مشترک معرف عدم اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است.

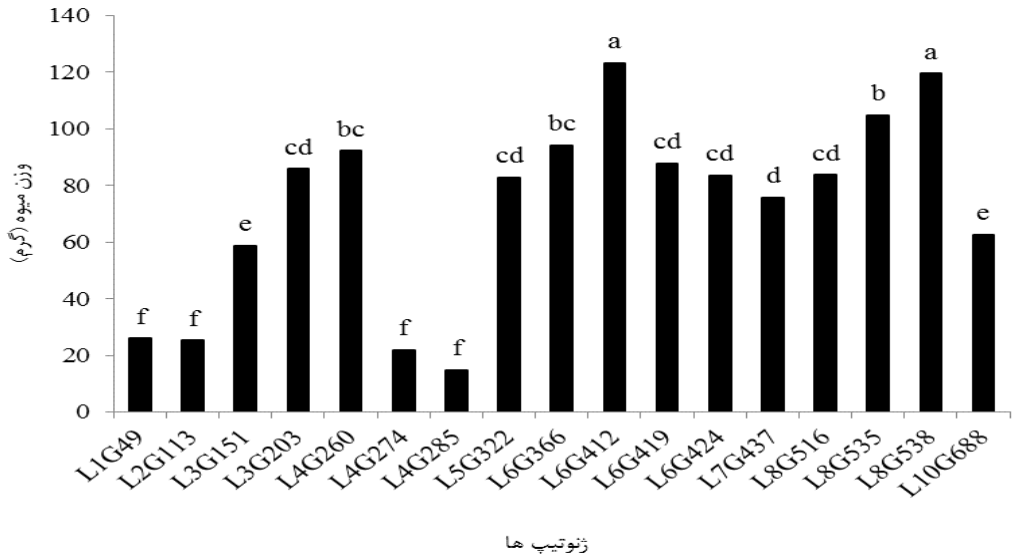
به‌نژادی پس از احداث باغ و اعمال مدیریت تغذیه، هرس، استفاده از پایه‌های پاکوتاه کننده و فاصله کاشت مناسب، دست‌یابی به بالاترین حد نصاب‌های عملکردی و کیفی امکان پذیر خواهد بود. بیشترین فراوانی اندازه میوه نتاج انتخابی در یک زیرگروه متشکل از ۱۷ ژنوتیپ، براساس دستورالعمل D.U.S، در گروه‌های کوچک- متوسط، متوسط و متوسط-بزرگ قرار گرفت. البته، این نتیجه‌گیری بسیار نسبی و متعلق به یک زیرمجموعه کوچک هفده تایی از مجموع ۵۶۶ دورگ موجود در باغ می‌باشد و نمی‌توان به‌آن به‌عنوان نتیجه نهایی برنامه نگریست. با این حال وجود تعارض ژنتیک (Genetic antagonism) بین دو صفت زودرسی و اندازه بزرگ میوه بر اساس ضدیت کیفیت و کمیت در برنامه‌های اصلاحی از دیرباز گزارش شده است (لورنزتی و چکارلی، ۱۹۸۰). ضمن این که برخی عوامل مانند تعداد بذر در میوه، تراکم میوه در درخت، تعداد میوه در واحد سطح مقطع شاخه، نحوه پراکنش و استقرار میوه روی درخت از جمله عوامل موثر بر اندازه میوه هستند (راحمی، ۱۳۸۰؛ میزانی و همکاران، ۱۳۹۱). سطح باردهی نیز بر اندازه میوه در ارقام گلدن‌دلیشز و ردچیف تأثیر داشت (سالوادور[1] و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین اندازه میوه تحت تأثیر عوامل محیطی مثل آب و دما، ژنتیک، درصد میوه‌بندی و عملکرد درخت قرار داشت (جمریک و همکاران، ۲۰۱۳). در شرایط آب و هوایی کشور انگلستان تأثیر حشرات گرده‌افشان بر کیفیت میوه سیب ارقام گالا و کاکس و میزان تولید آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت و مشاهده شد علاوه بر افزایش عملکرد، متغیرهای کیفی مثل اندازه، شکل و بازارپسندی میوه نیز بهبود یافته است (گارات[2] و همکاران، ۲۰۱۴). علی‌رغم عطر، طعم و مزه خوب، اندازه میوه ارقام رایج زود- متوسطرس بومی کشور مانند "گلاب کهنز"، "گلاب

1. Salvador
2. Garratt

www.SID.ir

Archive of SID

اصفهان"، "گلاب صحنه"، "سلطانی شبستر"، "مشهد" و"شیخ‌احمد" کوچک تا متوسط و قطر آن‌ها بین ۴ تا ۴/۵ سانتی‌متر است (عشقی و همکاران، ۱۳۹۰). از دیدگاه تکوینی اندازه کوچک میوه در غالب ارقام خیلی زود- زودرس را می‌توان در مقایسه با ارقام دیررس (۱۵۰ تا ۱۷۰ روز) در کوتاهی دوره زمانی (۶۵ تا ۷۵ روز) از مرحله پایان گل‌دهی تا بلوغ فیزیولوژیک میوه برشمرد. در این شرایط ارقام دیررس از قابلیت خود برای جذب عناصر و استفاده از فرآورده‌های فتوسنتز سود می‌برند. در عین حال، وجود تنوع ژنتیک در اقلیم گیاهی محدودیت‌پذیر نیست زیرا ارقام جدید زودرس "شربتی" و "گل‌بهار" علی‌رغم تعداد محدود روزهای موثر از تشکیل جنین تا رسیدن میوه (۸۰ تا ۸۵ روز) به ترتیب از قطر بزرگ میوه ۵/۷ سانتی‌متر تا قطر استاندارد ۶ سانتی‌متر سود می‌برند (حاج‌نجاری، ۱۳۹۷b). نتایج این پژوهش نشان داد در کنار فراوانی اندازه کوچک دورگ‌های زودرس و همبستگی منفی بین زودرسی و اندازه درشت میوه مستقر در باغ نتاج دورگ، ژنوتیپ‌های امیدبخش با قطر بیش از ۶ سانتی‌متر نیز وجود داشتند. در عین حال، در یک چهارچوب کلی و براساس قانون ژنتیک گیاهی ضدیت کیفیت و کمیت با افزایش عملکرد شاخص‌های کیفی عطر و طعم میوه دچار افت می‌شوند (لورنزتی و چکارلی، ۱۹۸۰). بنا به گزارش بوزبوگا و پیرلاک (۲۰۱۲) در سامانه‌های زیستی گیاهی در تمام گونه‌ها به‌صورت عام و در گونه سیب به‌طور خاص با تنوع بالای ژنتیک، هم‌گونی و یکنواختی کامل وجود ندارد. این تنوع، شرایط را برای اعمال روش‌های مدرن اصلاحی و تولید ارقام با صفات جدید و دورگ‌های مقاوم به انواع تنش فراهم می‌سازد.



شکل ۵- نمودار مقایسه میانگین صفت قطر میوه نتاج انتخابی در سال ۱۳۹۲. حروف مشترک معرف عدم اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است.

شکل کلی میوه در بیش از نیمی از نتاج مورد بررسی، کروی و در سایر ژنوتیپ‌ها کروی- مخروطی تا مخروطی متغیر بود. در بین نتاج رقم شیخ‌احمد با شکل میوه استوانه‌ای، دورگ‌هایی با شکل استوانه‌ای، مخروطی و کشیده نیز وجود داشت. در این میان می‌توان به شکل‌های جدید گلابی شکل، خیلی پهن مانند هلو انجیری، چند ضلعی ذوزنقه‌ای و زنگوله‌ای در میان میوه‌های باغ هم اشاره کرد. البته طبق گزارش‌های جنیک و همکاران (۱۹۹۶) قابلیت بازارپسندی سیب‌های پهن و بشقابی شکل بسیار اندک است که این امر متأثر از ذائقه مصرف‌کننده در نقاط مختلف دنیا می باشد. عامل ارتفاع از سطح دریا به دلیل تغییر کیفیت طول موج خورشید و نیز دمای هوا بویژه سه تا چهار هفته پس از مرحله تمام‌گل با فعال شدن ژن‌های مسئول بیوسنتز ژیبرلین‌های GA4 و GA7 بر شکل و کیفیت میوه اثر می‌گذارد. ضمن این که دمای بالای مناطق پست در

www.SID.ir

Archive of SID

دشت‌ها در طول شب باعث افزایش شکل بشقابی و پهن در میوه سیب می‌شود. شکل کروی میوه یک رقم مشخص در مناطق پست در صورت پرورش در مناطق مرتفع و سردسیر با شب‌های خنک به ویژه طی دوره گل‌دهی و ۵-۴ هفته پس از پایان گل‌دهی، به مخروطی تمایل پیدا می‌کند (اکر و حاج‌نجاری، ۲۰۰۶). بین عامل ژنتیک (رقم) و صفات زمان‌رسیدن، شکل میوه، چربی پوست و شدت رنگ رو سیب همبستگی بالایی وجود دارد و در شرایط آب‌وهوایی یکسان عامل ژنتیک دارای بیشترین تأثیر بر بروز این صفات مهم در میوه است (زندفانی و حاج‌نجاری، ۱۳۹۱). با لحاظ کردن نتایج دیگر پژوهش‌ها در خصوص تأثیر عوامل محیطی مانند ارتفاع از سطح دریا بر صفات کیفی میوه مانند شکل، رنگ و سفتی بافت، می‌توان نتیجه گرفت تمامی نتاج مورد بررسی کروی شکل مستقر در کرج در ارتفاع بالای ۱۳۰۰ متر از سطح دریا، در صورت کشت و پرورش در ارتفاع‌های بالاتر، در ویژگی‌های ظاهری مانند شکل، رنگ، افزایش تاج چشمی و کاهش زنگار به مراتب بهبود خواهند یافت (حاج‌نجاری و اکر[1]، ۲۰۰۶).

شدت رنگ‌رو در اغلب نتاج مورد بررسی در این مطالعه، متوسط بود (جدول۳). تشکیل رنگ در پوست میوه سیب بر عهده رنگدانه‌های موجود در آن است که میزان آن در کولتیوارهای مختلف متغیر بوده و تحت تأثیر فاکتورهای محیطی مثل دما و میزان تابش نور خورشید می‌باشد. تجمع آنتوسیانین، رنگ قرمز به پوست میوه سیب می‌دهد و باعث افزایش بازارپسندی آن می‌شود (هوندا و موریا[2]، ۲۰۱۸). با افزایش تعداد روزهای بعد از تمام‌گل، تجمع آنتوسیانین هم در پوست میوه افزایش می‌یابد. اما یکی از عوامل مهمی که باعث بروز ژن‌های بیوسنتزکننده آنتوسیانین و در نتیجه افزایش تولید این رنگدانه می‌شود کاهش حرارت شبانه است. میوه‌های پرورش یافته در مناطقی با دمای شبانه زیاد از نظر رنگ، ضعیف بودند (ریو[3] و همکاران، ۲۰۱۷). شرایط رشد محیطی، نوردهی کافی و رطوبت کم هوا هم باعث تحریک در بهبود فاکتورهای کیفی میوه سیب مثل رنگ، سفتی، طعم و مزه می‌شود و این با نتایج ارائه شده توسط بوزبوگا و پیرلاک (۲۰۱۲) مطابقت می‌کند.

جدای از اثر تغییرات اقلیمی سالانه و ثابت بودن شرایط آب‌وهوایی برای نتاج سیب در دست مطالعه نتایج واکاوی داده‌ها (تجزیه واریانس) (جدول۴) ۱۷ ژنوتیپ دورگ انتخابی با عملکرد بالا نشان داد در میزان مواد جامد محلول (TSS) در سطح احتمال یک درصد اختلاف وجود داشت. نتایج مقایسه میانگین‌ها دلالت بر وجود بیشترین محتوای مواد جامد محلول در هیبرید L4G274 (۱۹/۳۲ درصد بریکس) و کمترین میزان در ژنوتیپ‌های هیبریدی L4G260 (۱۳/۲۹ درصد بریکس) و L5G322 (۱۳/۳۶ درصد بریکس) داشت. حداقل درصد مواد جامد محلول در سیب ۱۰/۵- ۱۲/۵ درصد تعریف شده است (اثنی‌عشری و زکایی‌خسروشاهی، ۱۳۹۰). وجود سطح بالای مواد جامد محلول از ۱۵ الی ۱۹/۳۲ درصد بریکس در اغلب نتاج در دست بررسی (جدول۵) بیانگر ارزش غذایی بالا، وجود قند زیاد و انرژی‌زا، مزه شیرین و مناسب بازار تازه‌خوری میوه‌های این ژنوتیپ‌ها است. دیگران در بررسی سیب‌های گوشت قرمز ارقام بومی "بسطام" و "بکران" گزارش کردند میزان TSS این ارقام و ژنوتیپ‌های با منشا رومانی و کرواسی به‌هم نزدیک بود (فرامرزی و همکاران، ۱۳۹۴). سطوح بالای کربوهیدرات در میوه سیب دلالت بر ظرفیت مناسب ارقام انتخابی برای کاربرد در صنایع تبدیلی مانند تولید برگه، نکتار و آب میوه دارد. نتایج این بررسی نشان داد بیشترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) معادل ۰/۱۱ درصد و کمترین میزان TA معادل ۰/۰۱ درصد مالیک اسید در نتاج L8G535, L6G366, L7G437 و L4G260 ثبت گردید (جدول۵). کایانی[4] و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی کیفیت میوه سیب رقم Banky در سه منطقه متفاوت و بررسی میزان آسکوربیک‌اسید و اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) نتیجه گرفتند مناطقی با تابش بیشتر آفتاب و رطوبت کمتر برای کشت سیب مناسب‌تر بوده و میوه‌های سیب آن‌ها از کیفیت بهتری از نظر عطر و طعم برخوردارند. به هر صورت، TA ارقام سیب نیز به غیر از عامل رقم تحت تأثیر میزان باردهی درخت و تاریخ برداشت قرار می‌گیرد (طراحی[5] و همکاران، ۲۰۱۰؛ جمریک و همکاران، ۲۰۱۳). pH عصاره میوه‌های

1. Hajnajari and Eccher
2. Honda and Moriya
3. Ryu
4. Kayani
5. Tarrahi

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- ارزیابی صفات بیوشیمیایی ۱۷ نتاج انتخابی سیب در سال ۱۳۹۲

ردیف	ژنوتیپ	TSS*(٪)	TA**(٪)	pH***
۱	L1G49	۱۷/۳	۰/۰۷	۳/۵
۲	L2G113	۱۸/۳	۰/۰۵	۳/۷
۳	L3G151	۱۵/۳	۰/۰۲	۳/۹
۴	L3G203	۱۴/۱	۰/۰۴	۳/۳
۵	L4G260	۱۳/۲	۰/۰۱	۴/۲
۶	L4G274	۱۹/۳	۰/۰۷	۳/۴
۷	L4G285	۱۴/۱	۰/۰۷	۳/۸
۸	L5G322	۱۳/۳	۰/۰۳	۳/۴
۹	L6G366	۱۴/۳	۰/۰۱	۴/۴
۱۰	L6G412	۱۵/۳	۰/۰۲	۴/۳
۱۱	L6G419	۱۴/۳	۰/۰۳	۳/۳
۱۲	L6G424	۱۵/۳	۰/۰۲	۴/۱
۱۳	L7G437	۱۶/۲	۰/۰۱	۳/۲
۱۴	L8G516	۱۵/۳	۰/۰۲	۴/۱
۱۵	L8G535	۱۴/۳	۰/۰۱	۳/۸
۱۶	L8G538	۱۴/۳	۰/۰۲	۳/۹
۱۷	L10G688	۱۶/۳	۰/۰۷	۴/۲

ژنوتیپ‌های انتخابی در دامنه ۳/۲ در هیبرید L7G437 تا ۴/۴ در L6G366 نوسان داشت (جدول۵). با علم به این که اسید غالب در میوه سیب اسیدمالیک است، لذا می‌توان با آگاهی از غلظت قند و اسیدمالیک در میوه‌های هر رقم به‌گونه‌ای گزینش والدین را انجام داد که میوه‌های نتاج حاصله ترکیب مناسبی از قند و اسید را داشته باشند که چنین تعادلی در شب‌های خنک باعث خوش طعم‌تر شدن میوه می‌شود (جنیک و همکاران، ۱۹۹۶). نسبت TSS به TA در هر میوه نشانگر شاخص طعم آن میوه می‌باشد که همبستگی مثبتی با کیفیت خوراکی میوه دارد (جعفرپور و همکاران، ۱۳۹۴). به این صورت که هر چه میزان TSS بیشتر و TA کمتر باشد آن میوه شاخص طعم بالاتری را نشان می‌دهد (سوسکا و تامالا[1]، ۲۰۰۶). برای مثال انواع مختلف ارقام گلاب مانند "اطلسی"، "گلاب‌کرمانشاه"، "گلاب‌کهنز" با طعم و بوی ملایم بیشترین مقدار این نسبت را دارند (فرامرزی و همکاران، ۱۳۹۴). لازم به ذکر است که ارزیابی میوه‌ها صرفا براساس داده‌های بدست آمده در سال ۱۳۹۲ است و برای به‌دست آوردن نتایج دقیق‌تر نیاز به تکرار بررسی‌های پومولوژیک در چندسال می‌باشد. انجام حداقل دو دوره دیگر ارزیابی میوه و مقایسه داده‌ها پیشنهاد می‌شود.

نتایج بررسی همبستگی صفات

نتایج حاصل از بررسی همبستگی خطی ساده برخی از صفات مربوط به میوه نتاج انتخابی نشان داد بین صفت وزن میوه و صفات طول و قطر آن و نیز بین طول و نسبت طول به قطر میوه همبستگی مثبت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. این بدان معنی است که میوه‌های با وزن بیشتر نه تنها دارای اندازه بزرگ‌تر بلکه تا اندازه‌ای از شکل قابل قبول‌تری نیز برخوردار بودند که این یافته‌ها با داده‌های رضایی و همکاران (۱۳۹۵) مطابقت داشت. برعکس، بین صفت وزن میوه و صفات TSS و TA همبستگی منفی معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. به نظر می‌رسد با افزایش اندازه میوه بخشی از انرژی ذخیره به شکل کربوهیدرات‌ها صرف تشکیل اندام‌های ساختاری مانند دیواره‌های سلولی و بافت پارانشیمی گوشت میوه می‌شود (دویت[2] و همکاران، ۲۰۰۰). در همین راستا بین دو صفت رشدی طول و قطر میوه با صفت بیوشیمیایی میزان مواد جامد محلول (TSS) نیز همبستگی منفی معنی‌داری به‌ترتیب در سطح یک

1. Soska and Tamala

2. DeWit

www.SID.ir

Archive of SID

درصد و پنج درصد مشاهده شد. نتایج به‌دست آمده فوق با یافته‌های حاصل از پژوهش انجام شده توسط سالوادور و همکاران (۲۰۰۶) همسو بود که در آن بین اندازه میوه و میزان TSS همبستگی منفی معنی‌داری مشاهده شده بود.

منابع

اثنی‌عشری، م. و زکایی‌خسروشاهی، م. ر. ۱۳۹۰. فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت. انتشارات دانشگاه بوعلی‌سینا. ۶۵۸ ص.

پیرمرادیان، م.، حاج‌نجاری، ح. و حسنی، ق. ۱۳۹۷. بررسی سازگاری منطقه‌ای، ویژگی‌های رشدی و عملکردی ترکیب‌های پیوندی وارداتی سیب بدون ویروس. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۱۹(۲): ۲۶۷-۲۷۸.

جعفرپور، م.، امینی، د.، مرتضایی‌نژاد، ف.، گل‌پرور، ا. ر. و خوشبخت، د. ۱۳۹۴. اثر پوترسین و ۱-متیل سیکلوپروپان بر خواص کیفی و عمر انبارمانی میوه توت‌فرنگی رقم سلوا. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۱۷(۵): ۲۷۳-۲۸۳.

حاج‌نجاری، ح. ۱۳۹۰. گزارش نهایی پروژه مستقل "فنولوژی گل‌دهی و زمان رسیدن، تعیین درصد میوه‌بندی و خصوصیات پومولوژیک در ۱۰۸ رقم سیب". ۱۰۸ ص.

حاج‌نجاری، ح. ۱۳۹۶. نشریه فنی احیا و کاربرد ارقام تجاری بومی و وارداتی سیب از ۸۵ به ۱۵۳ رقم در کلکسیون جدید (۱۳۸۲-۱۳۹۶). ۳۸ ص. مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی. شماره فروست ۵۲۹۹۱-۱۳۹۶/۱۱/۰۲

حاج‌نجاری، ح. ۱۳۹۷a. راهنمای کشت سیب با تأکید بر یافته‌های تحقیقاتی. نشر آموزش کشاورزی. ۴۳۶ ص.

حاج‌نجاری، ح. ۱۳۹۷b. اطلس ارقام درختان میوه ایران. نشر آموزش کشاورزی. ۲۳۴ ص.

حاج‌نجاری، ح. و مرادی، م. ۱۳۹۳. بررسی میزان خودسازگاری، فشار این‌بریدینگ و میوه‌شناسی چند رقم منتخب سیب و معرفی رقم امیدبخش خودسازگار IRI6. نشریه علوم باغبانی ایران، ۴۵(۲): ۱۶۳-۱۷۴.

حاج‌نجاری، ح.، چاشنیدل، ب.، وحدتی، ک.، ابراهیمی، م. و عاقلی، ا. ۱۳۹۱. آزمون کارایی نشانگرهای مورفولوژیک در غربال نتاج سیب در مرحله نونهالی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۳(۱): ۱۱۳۰-۳۰۱۱.

حاج‌نجاری، ح.، دهقانی‌شورکی، ی.، خندان، ع. و فخرایی‌لاهیجی، م. ۱۳۸۷. دستورالعمل ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری در سیب (D.U.S). موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال. ۴۰ ص.

راحمی، م. ۱۳۸۰. فیزیولوژی درختان میوه، رشدونمو (تألیف برنت بلک، فرانک دنیس، دان الوینگ، جان فلمن، اسکات جانسن، نرم لونی، جیم ماتئیس، استفن مایر و کورت رام). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۱۲ ص.

رضایی، ر.، حسنی، ق. و صالحی، س. ا. ۱۳۹۵. بررسی رشد، زمان گل‌دهی و کیفیت میوه ۱۲ رقم سیب در شرایط آب‌وهوایی ارومیه. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۰(۴): ۶۸۱-۶۹۳.

زندفانی، ا.ح. و حاج‌نجاری، ح. ۱۳۹۱. ارزیابی خصوصیات مورفولوژیک و پومولوژیک ژنوتیپ‌های امیدبخش سیب در کرج. دوازدهمین کنگره ژنتیک ایران. تهران.

عشقی، م.، حاج‌نجاری، ح.، کلانتری، س.، دامیار، س. و رسولی، س. ۱۳۹۰. روند تغییرات خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی میوه ارقام سیب تابستانه طی دوره سرد انباری. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۱۲(۱): ۵۹-۷۰.

فرامرزی، ش.، یداللهی، ع.، برزگر، م. و کریم‌زاده، ق. ۱۳۹۴. مقایسه مهمترین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی میوه سیب گوشت قرمز و تعدادی از ارقام سیب گلاب. نشریه به‌زراعی کشاورزی، ۱۷(۳): ۷۲۹-۷۴۱.

فلاحی، ا.، حسنی‌مقدم، ا. و روستا، س. ۱۳۹۱. خصوصیات فیزیکی و ارزش تغذیه‌ای ارقام زرد و قرمز سیب لبنانی (*Malus domestica* Borkh) تولیدی لرستان. نشریه یافته. ۱۴(۲): ۱۵-۲۲.

قربانی، ا.، بخشی، د.، حاج‌نجاری، ح.، قاسم‌نژاد، م. و تقی‌دوست، پ. ۱۳۸۹. ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی برخی ارقام ایرانی و وارداتی سیب در منطقه کرج. نشریه علوم باغبانی. ۲۴(۱): ۸۳-۹۰.

مریدی، ف.، حاج‌نجاری، ح. و بدیعی، ف. ۱۳۹۴. گزینش ارقام و ژنوتیپ‌های امیدبخش سیب با ارزش غذایی و قدرت بالای بیوسنتز آسکوربیک‌اسید. نهمین کنگره علوم باغبانی ایران، اهواز.

www.SID.ir

Archive of SID

میزانی، آ.، حاج‌نجاری، ح. و ربیعی، و. ۱۳۹۱. بررسی صفات مورفولوژیک، پومولوژیک، حسی و عملکردی برخی ارقام سیب در شرایط کرج. دوازدهمین کنگره ژنتیک ایران، تهران.

Blanke, M.M. and Kunz, A. 2011. Effects of climate change on pome fruit phenology and precipitation. Acta Horticulture, 922: 381-386.

Blažek, J. and Pištěková, I. 2017. Prediction of the harvesting time for four apple cultivars on the basis of beginning of flowering and attaining of t-stage of fruitlets and dependence of diameter of fruitlets at t-stage and fruits at ripening stage. Journal of Horticultural Research, 25(1): 55–59.

Chashnidel, B. and Hajnajari, H. 2012. Relationships of morphological traits and ripening time during juvenile phase in apple. Scientia Horticulturae, 144: 29-35.

Bozbuga, F. and Pirlak, L. 2012. Determination of phenological and pomological characteristics of some apple cultivars in Nigde-Turkey ecological conditions. The Journal of Animal and Plant Sciences, 22(1): 183-187.

DeWit, I., Pauwels, E. and Keulement, J. 2000. Different growth habits in apple and correlation between growth characteristics in progenies with a common Co-Gene parent. Acta Horticulturae, 538: 325-330.

Duric, G., Zabic, M., Rodic, M., Stanivukovic, S. and Bosancic, B. 2015. Biochemical and pomological assessment of European pear accessions from bosnia and herzegovina. Horticultural Science, 42(4): 176-184.

Eccher, T. and Hajnajari, H. 2006. Fluctuations of endogenous gillerellins A4 and A7 content in apple fruits with different sensitivity to russet. Acta Horticulturae, 727: 537-544.

Eccher, T., Hajnajari, H., Di Lella, S. and Elli, A. 2008. Gibberellin content of apple fruit as affected by genetic and environmental factors. Acta Horticulturae, 774: 221-228.

Garratt, M.P.D., Breeze, T.D., Jenner, N., Polce, C., Biesmeijer, J.C. and Potts. S.G. 2014. Avoiding a bad apple: Insects pollination enhances fruit quality and economic value. Agriculture, Ecosystem and Environment, 184: 34-40.

Gharaghani, A., Zamani, Z., Talaie, A., Oraguzie, N.C., Fattahi, R., Hajnajari, H., Wiedow, C. and Gardiner, S.E. 2009. The role of Iran (Persia) in apple domestication, evolution and migration via the silk trade route. Acta horticulture, 859: 229-236.

Hajnajari, H., 2008. National fruit collections of Iran, Germplasm and Pomology. 114 pages (in English). Agriculture Education Publication. Karaj-Iran.

Hajnajari, H. and Eccher, T. 2006. Light spectrum affects growth and endogenous GAs content of in vitro grown apple shoots. Acta Horticulturae, 727: 37-44.

Hajnajari, H., Chashnidel, B., Vahdati, K., Ebrahimi, M., Nabipour, A. and Fallahi, E. 2012. Heritability of morphological traits in apple early-ripening full-sib and half-sib offspring and its potential use for assisted selection. HortScience, 47(3): 328-333.

Hjalmarsson, I. and Tomic, L. 2012. Balkan Pomology; Apples. SEEDNet's WG for Fruit and Vitis Publication, 115 pages.

Honda, Ch. and Moriya, Sh. 2018. Anthocyanin biosynthesis in apple fruit (Review). The Horticulture Journal, 87(3): 1-10.

Hyun Ban, S., Ho Yun, W., Hoon Kim, G., Kwon, S.II. and Choi, Ch. 2014. Genetic identification of apple cultivars bred in Korea using simple sequence repeat markers. Horticulture, Environment and Biotechnology, 55(6): 531-539.

Janick, J., Cummins, J.N., Brown, S.K. and Hemmat, M. 1996. Apples. In: Fruit Breed, Vol. I. Tree and Tropical Fruits: 1-77.

Javdani, Z., Ghasemnezhad, M., Hajnajari, H. and Bakhshi, D. 2013. The comparison of phenolic compound content and antioxidant capacity of some selected Iranian apple genotypes for processing technology. South-Western Journal of Horticulture, Biology and Environment, 4(1): 43-45.

Jensen, P.J., Fazio, G., Altman, N., Praul, C. and McNellis, T.W. 2014. Mapping in an apple F1 segregating population based on physical clustering of differentially expressed genes. BMC Genomics, 15(1): 261.

Jemric, T., Babojelic, M.S., Fruk, G. and Sindrak, Z. 2013. Fruit quality of nine old apple cultivars. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 41(2): 504-509.

www.SID.ir

Archive of SID

Kayani, F.A., Zahid, N., Maqbool, M., Ahmed, M.J., Hamid, A., Shah, S.Z.A. and Yaqoob, A. 2018. Effect of climatic factors on sooty blotch, flyspeck intensity and fruit quality of apple (*Malus domestica* Borkh.). Pure and Applied Biology, 7(2): 727-735.

Kellerhals, M., Spuhler, M., Duffy, B., Patocchi, A. and Frey, J.E. 2009. Selection efficiency in apple breeding. Acta Horticulturae, 814: 177-184.

Kikuchi, T., Kasajima, I., Morita, M. and Yoshikawa, N. 2017. Practical DNA markers to estimate apple skin color, ethylene production and pathogen resistance. Journal of Horticulture. 4(4):1-12.

Kron, P., Husband, B.C., Kevan, P.G. and Belaoussoff, S. 2001. Factors affecting pollen dispersal in high-density apple orchards. Horticulture Science, 36(6): 1039-1046.

Laurens, F. 1998. Review of the current apple breeding programmes in the world: objectives for scion cultivar improvement. Acta Horticulturae, 484: 163-170.

Laurens, F., Aranzana, M.J., Arus, P., Bassi, D., Bink, M., Bonany, J., Caprera, A., Corelli-Grappadelli, L., Costes, E., Durel, C.E., Mauroux, J.B., Muranty, H., Nazzicari, N., Pascal, T., Patocchi, A., Peil, A., Quilot-Turion, B., Rossini, L., Stella, A., Troggio, M., Velasco, R. and Van de Weg, E. 2018. An integrated approach for increasing breeding efficiency in apple and peach in eu rop e. Horticulture Research, 5(11):1-14.

Lorenzetti, F. and Ceccarelli, S. 1980. Genetica agraria. Patron editore. Bologna-Italia. 398 p.

Min Son, K., Kwon, S.II. and Choi, Ch. 2012. Inbreeding, coancestry and founding clones of apple cultivars released from Korea. Horticulture, Environment Biotechnology, 53(5): 404-409.

Musacchi, S. and Serra, S. 2018. Apple fruit quality: Overview on pre-harvest factors. Scientia Horticulturae, 234: 409-430.

Ryu, S., Han, H.H., Jeong, J.H., Kwon, Y.H., Han, J.H., Do, G.R., Choi, I.M. and Lee, H.J. 2017. Night temperatures affect fruit coloration and expressions of anthocyanin biosynthetic genes in 'Hongro' apple fruit skins. European Journal of Horticulture Science, 82(5): 232-238.

Salvador, F.R., Fisichella, M. and Fontanar, M. 2006. Correlations between fruit size and fruit quality in apple trees with high standard crop load levels. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 14(2): 113-122.

Schmit, T.M., Severson, R.M., Strzok, J. and Barros, J. 2018. Economic contributions of the apple industry supply chain in New York State. Cornell University, 64 p.

Soltez, M. 2000. Inheritance of the characters related to reproductive processes in apple varieties: Flower initiation, blooming, fertility conditions. Acta Horticultire, 538: 295-299.

Soska, A. and Tamala. K. 2006. Internal quality of apples during storage. Journal of Agronomi jas Vestis (Latvian Journal of Agronomy), 9: 146-151.

Stanivukovic, S., Zujic, M., Zabic, M., Micic, N., Bosancic, B. and Duric, G. 2017.Characterization of old apple cultivars from Bosnia and Herzegovina by means of pomological and biochemical analysis. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 45(1): 97-104.

Tarrahi, S., Hajnajari, H. and Badii, F. 2010. Comparison of pectin biosynthesis in local cultivar Azayesh and some commercial cultivars as affected by pH and carbohydrates apple content. Acta Horticulturae, 877: 1137-1144.

www.SID.ir