

بررسی میزان خودسازگاری، فشار اینبریدینگ و میوه‌شناسی چند رقم منتخب سیب و معرفی رقم امیدبخش خودسازگار IRI6

حسن حاج نجاری^{۱*} و مصطفی مرادی^۲

۱. دانشیار بخش تحقیقات باغبانی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر
۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۴/۲۴ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۱۰/۴)

چکیده

سطوح خودسازگاری از طریق تلاقی با گرده خودی و مقایسه کارایی ژنتیکی ۴۸ رقم تجارتي و ژنوتیپ‌های سیب خودسازگار پیش‌گزینش شده در فرایند تبدیل گل به میوه، ریزش‌های چندگانه و حفظ میوه طی چهار مرحله بیولوژیک رشدی در دو وضعیت خودگشنی مصنوعی و گرده‌افشانی آزاد (شاهد) همراه با ویژگی‌های پومولوژیک و ناهنجاری‌های فیزیولوژیک در کلکسیون ارقام واقع در ایستگاه تحقیقات باغبانی کمال‌شهر کرج بررسی شد. برای تعیین سطح خودسازگاری، ۶ تا ۱۰ شاخه بارور در ۳ تا ۶ درخت موجود از ارقام پیش‌گزینش شده انتخاب و اتیکت‌زنی شد. شاخه‌های انتخابی با استفاده از کیسه‌های بی‌بافت از محیط خارج جداسازی شدند. در تمامی شاخه‌های انتخابی طی چهار مرحله فنولوژیک شامل ۱. مرحله تورم جوانه ۲. دو هفته پس از پایان گلدهی ۳. مرحله ریزش خرداد ۴. دو هفته قبل از رسیدن کامل به ترتیب از تعداد جوانه بارور، تعداد گل، تعداد میوه و سطوح ریزش در شاخه رکوردگیری شد. نتایج نشان داد که بین ارقام از نظر درصد گلدهی، ظرفیت ژنتیکی قدرت تبدیل گل به میوه، دفعات و میزان ریزش، درصد میوه‌بندی در مراحل مختلف رشد و به‌ویژه از نظر سطوح خودسازگاری بین ارقام و نیز در هر رقم نسبت به گرده‌افشانی آزاد اختلاف معناداری وجود داشت. فشار اینبریدینگ موجب بروز اختلالات در سطوح متفاوت در صفات وزن میوه، اندازه میوه، تعداد بذر، چروکیدگی بذر و دیگر صفات بین ارقام شد. مقایسه میانگین نشان داد که ژنوتیپ IRI6 با ۶/۴۹ درصد قدرت نگهداری میوه تا چهارمین مرحله رشد در مقایسه با شاخه‌های گرده‌افشانی آزاد در درختان همین ژنوتیپ فقط با ۴ درصد قدرت نگهداری میوه در مرحله مشابه رشد، به‌طور کامل خودسازگار است. به غیر از ۱۲ رقم در سال نیاور، سایر ارقام درصدهای مختلف و قابل توجهی از خودسازگاری را نشان دادند. آزمایش‌های میوه‌شناسی با مطالعه ۴۳ صفت براساس دستورالعمل آزمون ملی UPOV، در ۱۰ نمونه میوه سیب از هر تیمار انجام شد.

واژه‌های کلیدی: فشار اینبریدینگ، مراحل فنولوژیک، میوه‌شناسی، ناجور برچه، ناجور بذر.

مقدمه

متراکم موجب افزایش هزینه‌ها و افزایش مشکلات در مدیریت باغ می‌شود. احداث باغ‌های تک‌رقمی با یکنواخت‌سازی بیشینه درختان از نظر صفات رویشی و رشدی شرایط بسیار مطلوبی را فراهم می‌آورد. به این ترتیب حذف رقم گرده‌افشان با همسان‌سازی درختان از نظر اندازه تاج، قدرت رشد، عادت رشد، عادت باردهی سبب تسهیل و سرعت‌بخشیدن به عملیات محلول‌پاشی،

شرایط جوی نامناسب نظیر سرمای بهاره، وزش شدید باد، مه غلیظ، بارندگی‌های شدید و بلندمدت طی دوره گلدهی عوامل بازدارنده در بازدید گل‌ها توسط حشرات به‌شمار می‌روند و موجب عدم تبادل گرده و نابابوری تخمک در رقم اصلی می‌شوند (Hajnajari^۱, 2012). نیاز به رقم گرده‌افشان در باغبانی نوین به‌ویژه در کشت

در سیب از نوع گامتوفیتیک است (Spiegel & Alston, 1982)؛ این نوع خودناسازگاری توسط یک سری از الل‌های ژن S دارای چندشکلی کنترل می‌شود (Broothaerts, 2003). کنترل توسط یک جایگاه ژنی منفرد چندژنی و به شدت پلی‌مرف صورت می‌گیرد (De Franceschi et al., 2012). سطوح مختلف خودناسازگاری در ارقام «گالا»، «فوجی»، «امپایر» و «گلدن دلشیز» گزارش شده است (Swensen, 2007). خودناسازگاری مطلق و دگرناسازگاری مطلق در سیب نادر است و سطح خودناسازگاری بر اثر شرایط دمایی مختلف در زمان گرده‌افشانی تغییر می‌کند (Alston, 1996). Lawrence & Krenn (1952)، در بررسی خودتلقیحی و محاسبه درصد خودناسازگاری ۵۰ رقم سیب، از وجود صفر تا ۹/۶ درصد خودناسازگاری بین ارقام خبر دادند (Janick, 1975). برنامه اصلاحی با هدف تولید ارقام خودناسازگار توسط Kon et al. (1929) شروع شد، آنان در سال ۱۹۵۰ رقم خودناسازگار مگومی را معرفی کردند و در دفتر ملی ارقام وزارت کشاورزی ژاپن به ثبت رساندند (Kon et al., 2000). بررسی‌های انجام‌شده طی ۷ سال متوالی، ۱۳۸۴-۱۳۹۰، به منظور شناسایی ارقام خودناسازگار در بین ۹۳ رقم و ژنوتیپ سیب تجارتي شامل ۳۲ رقم بومی و ۴۲ رقم تجارتي وارداتی و ۱۷ ژنوتیپ امیدبخش به سه روش خود گرده‌افشانی مصنوعی، جداسازی شاخه بارور از محیط و جداسازی با حرکت شاخه‌ها در مرحله تمام‌گل نشان داد که حدود ۳۵ درصد از این ارقام و ژنوتیپ‌ها درصد‌های مختلفی از خودناسازگاری دارند. نتایج آزمایش‌های قبلی دلالت بر کارایی نداشتن پایین سلف مصنوعی غالب ارقام توسط قلم‌مو نسبت به سلف حرکتی (تکان‌دادن شاخه‌های ایزوله) در مرحله تمام‌گل بود (2012 Hajnajari^a). در آزمایش‌های این پژوهش از تیمار سلف حرکتی استفاده شد. کشت گرده تمامی ارقام و ژنوتیپ‌ها در ۳ غلظت ساکارز صورت گرفت و درصد جوانه‌زنی گرده در ۱۰ اسکوپ پس از دو دوره ۲۴ و ۴۸ ساعته تعیین شد (Hajnajari, 2008 ; Hajnajari^a 2012). در پژوهش حاضر تعیین سطوح خودناسازگاری ارقام و بررسی‌های مقایسه‌ای درصد تشکیل میوه و خصوصیات میوه‌شناسی در شرایط خود گرده‌افشانی

تربیت و هرس و نیز برداشت می‌شود. در باغ تک‌رقمی عملیات درجه‌بندی میوه و بسته‌بندی به شدت یکنواخت می‌شود و هزینه‌های تمام‌شده کاهش می‌یابد. شناسایی و معرفی ارقام خودناسازگار با هدف کاهش تعداد تا حذف کامل درختان رقم گرده‌افشان در واحد سطح با عملکرد مطلوب صورت می‌گیرد. درحالی‌که شرط لازم برای تشکیل میوه سیب و اغلب درختان میوه دریافت گرده از رقم گرده‌افشان است (Westwood, 1998)، اکثر ارقام سیب خودنابارور است و نیاز به گرده‌دهنده دارند (Jalili, 2003). برخی محصولات مهم میوه را به شش گروه مجزا با سطوح ناسازگاری مختلف تفکیک کردند و گونه سیب را هم خودناسازگار و هم خودناسازگار برشمردند و آن را در گروهی که میزان خودناسازگاری آنان کامل نیست قرار دادند (Lapins, 1983). آزمایش‌های مقدماتی سه‌ساله اول (۱۳۸۴-۱۳۸۷) در ۱۰۸ رقم سیب در کرج نشان داد ارقام بومی محدودی چون «مشهد»، «شیخ احمد» و «هربایی» و برخی ژنوتیپ‌های ناشناخته خودناسازگاری بالایی دارند (Hajnajari, 2008). وجود نداشتن گرده خارجی در بعضی ارقام سیب موجب تشکیل میوه‌های بدون دانه یا کم‌دانه می‌شود و با اولین شرایط نامساعد محیطی دچار ریزش می‌شوند و در صورت ریزش نداشتن بدشکل، ریز و نامرغوب خواهند شد (Maniei, 2001). به‌رغم امکان حذف درختان گرده‌افشان در باغ به‌منزله ویژگی برتر ارقام خودناسازگار، وجود تعداد محدود رقم گرده‌افشان موجب بهبود اندازه، شکل میوه و افزایش درصد میوه‌بندی می‌شود (Benedek & Nyeki, 1996). طول عمر تخمک عامل اصلی تعیین‌کننده در تشکیل میوه است و اگر در طول یک دوره خاص، تلقیح صورت نگیرد کیسه جنینی زیست‌پذیری خود را از دست می‌دهد. اگر از طول عمر تخمک زمان گرده‌افشانی تا عمل لقاح کسر شود، دوره گرده‌افشانی مؤثر به دست می‌آید و در طول این دوره باید تلقیح انجام گیرد (Jalili, 2003). ارزیابی‌های متوالی چندین سالانه مربوط به خودناسازگاری ارقام سیب ثابت کرد هرچند این صفت متأثر از شرایط آب و هوایی طی سال‌های مختلف بود ولی مشاهده پایداری صفت خودگشنی در ارقام و ژنوتیپ‌های خودناسازگار دلالت بر منشأ ژنتیکی صفت خودناسازگاری داشت (Hajnajari^a, 2012). خودناسازگاری

در ۳ تا ۶ درخت موجود از هر رقم و ژنوتیپ، بسته به قدرت رشد و اندازه تاج، با بررسی شکل و تعداد جوانه‌ها، ۵ الی ۱۰ شاخه بارور انتخاب و اتیکت‌زنی شدند. به همین روش، در هر رقم تعداد حداقل ۳ شاخه به‌منزله تیمار شاهد (گرده‌افشانی آزاد) اتیکت زده شد. درصد میوه‌بندی با محاسبه درصد میوه‌های باقی‌مانده در آن مرحله نسبت به تعداد گل و میوه موجود در مرحله قبل صورت گرفت.

پیش‌تیمار ایزولاسیون

پس از انتخاب شاخه‌های بارور، در مرحله بیولوژیک تکمهای تا تورم جوانه و دقیقاً قبل از رسیدن به مرحله بادکنکی تعداد حداقل ۵ تا ۱۰ شاخه توسط کیسه‌های بی‌بافت به اندازه ۷۰×۴۰ سانتی‌متر از محیط اطراف جداسازی شدند. شاخه‌های انتخابی در تمام ارقام در پایین شاخه، زیر محل آخرین جوانه گل، اتیکت‌زنی شدند. کیسه‌های بی‌بافت سفارشی ساخت داخل شرایط مناسب برای انجام تبادلات گازی و تنفس بین گیاه و محیط اطراف را فراهم کردند و از بروز هرگونه آلودگی توسط گرده‌های ارقام دیگر و ورود بازدیدکننده‌ها جلوگیری شد. بررسی‌ها در مقاطع فنولوژیک مشخص دربرگیرنده چهار مرحله فنو- بیولوژیک رشد گل و میوه (T₁ تا T₄) ارقام صورت پذیرفت.

T₁: اولین شمارش از تعداد گل در شاخه‌های بارور انتخابی در مرحله فنولوژیک تکمه‌ای و قبل از شروع مرحله بادکنکی پس از بازکردن کیسه‌ها انجام شد. جوانه‌های گل در کلیه شاخه‌های اتیکت‌خورده در هر رقم و ژنوتیپ شمارش شدند. تعداد گل، کد مرحله و تاریخ روی هر اتیکت ثبت شد و در قاعده آخرین گل در شاخه‌ها نصب شد. بلافاصله پس از اولین شمارش جوانه‌های گل، شاخه‌ها مجدداً توسط کیسه‌های مخصوص بی‌بافت از محیط خارج جدا شدند. برای تعیین درصد تشکیل میوه تعداد گل‌آذین در شاخه در میانگین غالب ۵ گل در هر گل‌آذین ضرب شد. همین محاسبه برای شاخه‌های شاهد گرده‌افشانی آزاد بدون تیمار ایزولاسیون در هر رقم و ژنوتیپ (۳ شاخه) انجام گرفت.

T₂: دومین شمارش، دو هفته پس از مرحله پایان گلدهی و اطمینان کامل از انجام تلقیح و نبود گل‌های

نسبت به شرایط گرده‌افشانی آزاد صورت گرفت. این بررسی‌ها به‌منظور شناسایی درصد خودسازگاری در ژنوتیپ‌های منتخب خودسازگار انجام شد و راه را برای یافتن ارقام تجارتي با درصد خودسازگاری بالا فراهم ساخت. شناسایی و کاربرد ارقام تجارتي با درصد خودسازگاری قابل قبول می‌تواند موجب آسان‌سازی و سرعت‌بخشیدن به مدیریت باغ در مراحل داشت و برداشت و کاهش هزینه‌ها شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش بر درختان نوزده‌ساله سیب پیوندی بر پایه‌های بذری تربیت‌شده به فرم جامی، در ۴۹ رقم مختلف خودسازگار گزینش شده در آزمایش‌های قبلی از بین ۹۳ رقم و ژنوتیپ موجود در کلکسیون ملی ارقام تجارتي سیب وابسته به مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر واقع در ایستگاه تحقیقات باغبانی کمال‌شهر کرج انجام شد. ارقام خودسازگار انتخابی در ۳ گروه مستقل قابل تفکیک بودند:

ارقام بومی

«گلاب کهنز»، «گلاب اصفهان»، «نارسیب مشهد»، «زینتی»، «عسلی»، «شیخ احمد»، «اردبیل ۲»، «مشهد»، «شیشه‌ای تبریز»، «پاییزه مشهد»، «قره‌قاج»، «گلشاهی»، «خورسیجان»، «مربایی»، «اردبیل ۱»، «هر ۲».

ارقام وارداتی

«امپیرال رد ۱»، «استارکان رژ»، «استیمن»، «اورلئان»، «اوایل گلد»، «بل دو بوسکوپ»، «بل دو پونتواز»، «پرایم گلد ۱»، «پرایم گلد ۲»، «تاپرد دلشز»، «جاناتان»، «رد رم بیوتی»، «فوجی»، «گانی بیوتی»، «گرانی اسمیت ۱»، «گلدن اسپور»، «گلدن اسموتی»، «گلدن دلشز»، «گلوکناپفل»، «مگاین‌تاش»، «ولثی»، «های ارلی»، «یلواسپور»، «یلوترانسپارنت».

ژنوتیپ‌های امیدبخش

«آی آر آی ۱»، «آی آر آی ۲»، «آی آر آی ۳»، «آی آر آی ۴»، «آی آر آی ۵»، «آی آر آی ۶»، «آی آر آی ۷»، «آی آر آی ۸»، «انگلیسی شیراز».

میوه‌های هر رقم به صورت جداگانه با هم از نظر صفات ارزیابی شده مقایسه شدند و با توجه به اینکه در این پژوهش برای همه میوه‌های حاصل از خود گرده‌افشانی در هر رقم و ۱۰ نمونه میوه حاصل از گرده‌افشانی آزاد در هر رقم به منزله شاهد تعداد ۴۳ صفت بررسی شده است. برای آسان‌تر شدن مقایسه تعدادی از صفات میوه از جمله وزن، طول، نسبت طول به قطر، طول دم، ضخامت دم، عمق گودی دم، عرض گودی دم، عمق گودی چشم، عرض گودی چشم، سفتی بافت، تعداد برچه در میوه، تعداد بذر در برچه، تعداد بذر سالم، تعداد بذر چروکیده به صورت جداگانه تجزیه واریانس و مقایسه میانگین انجام شد (جدول ۴). سایر صفات نیز براساس آمار توصیفی با همدیگر مقایسه شده‌اند. تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱درصد و هم‌زمان به روش درصدگیری که در مراحل مختلف فنولوژیک در هر مرحله نسبت به تعداد کل گل در شاخه انجام شد.

نتایج و بحث

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) بین ارقام در مرحله اول شمارش از نظر تولید گل‌آذین در سطح احتمال ۱درصد اختلاف معناداری وجود داشت. در این مرحله ارقام انتخابی و ژنوتیپ‌های پیش‌گزینش شده خودسازگار «هر ۲»، «یلو اسپور»، «مک‌این‌تاش»، «استیمن»، «گلدن اسپور» و ژنوتیپ‌های «آی‌آر‌آی ۲»، «آی‌آر‌آی ۵» و «آی‌آر‌آی ۸» به دلیل قرارگرفتن در سال نیاور و نبود تعداد گل کافی به دلیل سقط و ریزش از آزمایش حذف شدند. سایر ارقام پیش‌گزینش شده درصدهای مختلف گل‌آذین تولید کردند.

گرده‌پذیر انجام شد. تعداد میوه‌های تازه تشکیل‌شده رکوردگیری و ثبت شد. نسبت میوه‌های تازه تشکیل‌شده در این مرحله نسبت به مرحله فنولوژیک قبل از مرحله تمام‌گل برای هر شاخه تیمار ایزولاسیون و تیمار گرده‌افشانی آزاد محاسبه شد. در پایان این مرحله و پس از انجام شمارش، اتیکت‌ها در محل دقیق خود روی شاخه‌ها نصب و کلیه کیسه‌های ایزولاسیون حذف شدند. محاسبه نسبت میوه‌بندی با توجه به تعداد گل در هر رقم، از طریق قراردادن تعداد میوه تشکیل‌شده در صورت کسری که مخرج آن تعداد گل‌های شمارش‌شده در مرحله (T₁) است و با ضرب حاصل کسر در ۱۰۰ صورت پذیرفت.

T₃: سومین شمارش در مرحله رشدی میوه در پایان مرحله ریزش خرداد، تعداد میوه‌های باقی‌مانده بر شاخه‌های تیمارها و شاخه‌های تیمار شاهد ثبت شد. محاسبه قدرت نگهداری میوه نسبت به شاهد همان رقم از طریق فرمول فوق انجام گرفت.

T₄: چهارمین شمارش در مرحله بیولوژیک زمان برداشت، در زمان حدود ۲ هفته قبل از رسیدن کامل میوه‌ها، طبق روش مراحل قبل، جمع‌آوری و ثبت شدند. آزمایش‌های کامل میوه‌شناسی با بررسی تمامی خصوصیات براساس توصیفگر ملی سیب منطبق بر ضوابط بین‌المللی UPOV، از نظر ویژگی‌های ظاهری و صفات بیوشیمیایی مانند اسیدیته قابل تیتراژ، درصد مواد جامد محلول و PH در نمونه‌های برداشت‌شده انجام شد. بروز انواع ناهنجاری‌های فیزیولوژیک چون چروکیدگی بذر، ناجور برچه‌ای، ناجور شکلی، ناجور بذری و سایر تغییرات در بین ارقام حاصل از فشار اینبریدینگ مشاهده شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. برای مقایسه میوه‌های حاصل از خود گرده‌افشانی با میوه‌های حاصل از گرده‌افشانی آزاد

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد تشکیل میوه در ارقام و ژنوتیپ‌های خودسازگار در چهار مرحله شمارش

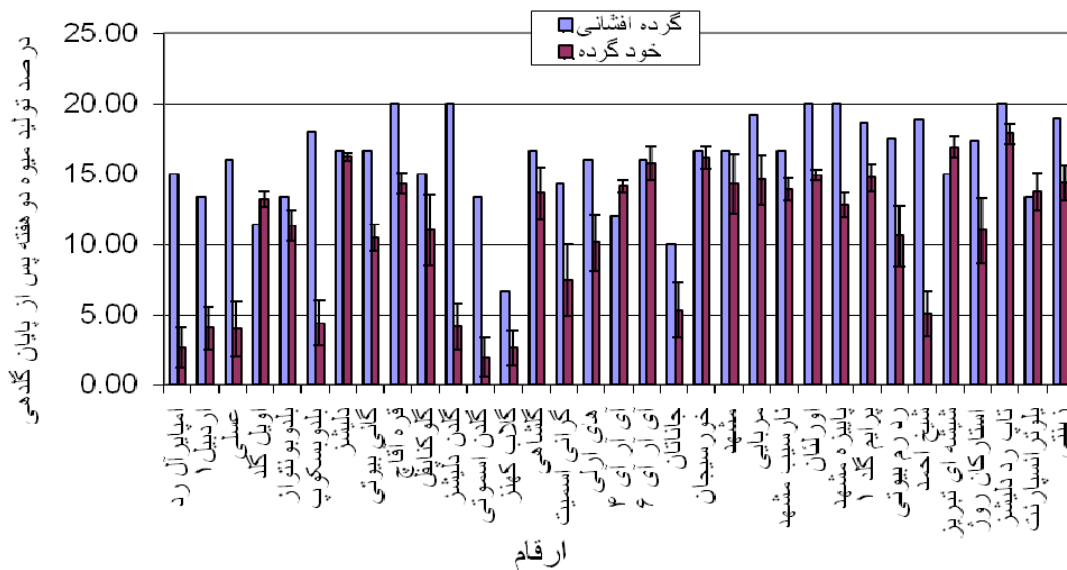
منابع تغییرات	درجه آزادی (T ₁)	میانگین مربعات (T ₁)	درجه آزادی (T ₂)	میانگین مربعات (T ₂)	درجه آزادی (T ₃)	میانگین مربعات (T ₃)	درجه آزادی (T ₄)	میانگین مربعات (T ₄)
رقم	۳۹	۰/۳۴**	۳۳	۰/۳۴**	۲۹	۰/۲۵**	۲۱	۰/۳۳ ^{ns}
خطا	۳۸۷	۰/۰۲۱	۲۸۰	۰/۰۲۲	۱۵۴	۰/۰۶۸	۷۷	۰/۲۲۲
میانگین	-	۰/۸۸	-	۱/۱۱	-	۰/۰۸۲	-	۱/۵۷
CV %	-	۱۶/۴۷	-	۱۳/۴۵	-	۳۱/۷۲	-	۳۰/۳۷

** بیانگر معناداری واریانس ارقام در سطح ۰/۰۱ است.

^{ns} بیانگر غیر معناداری واریانس ارقام است.

مرحله دوم میوه‌بندی (دو هفته پس از مرحله تمام‌گل) درصد تشکیل گل، درصد تبدیل گل به میوه و نگهداری محصول طی مراحل مختلف بیولوژیک رشد در ارقام خودسازگار نسبت به شاهد گرده‌افشانی آزاد (T_2-T_4) به دست آمد (جدول ۲). براساس بررسی‌های انجام‌شده در مرحله میوه‌بندی، دو هفته پس از پایان گلدهی، با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) بین ارقام از نظر توانایی تولید میوه اختلاف معناداری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. از تعداد ۴۰ رقم که در مرحله اول شمارش، گل‌آذین تولید کرده بودند ۳۳ رقم در این مرحله میوه تولید کردند که ارقام «تاپ رد دلشیز»، «شیشه‌ای تبریز»، «خورسیجان»، «دلشیز» و ژنوتیپ امیدبخش «آی‌آرای ۶»، به ترتیب با ۱۶/۲، ۱۶/۹، ۱۷/۹، ۱۶/۲، ۱۶/۲

۱۶/۲ و ۱۵/۵۷ درصد تولید میوه در شرایط ایزولاسیون نسبت به شاهد گرده‌افشانی آزاد خود به ترتیب با ۲۰، ۱۵، ۱۶/۶، ۱۶/۶ و ۱۶ درصد تشکیل میوه، بالاترین مقدار تشکیل میوه را در این مرحله داشتند. میوه ارقام «اردبیل ۲»، ژنوتیپ «انگلیسی شیراز»، «فوجی»، «گلاب اصفهان»، «ولثی» و «پرایم گلد ۲» در این مرحله کاملاً دچار ریزش شدند که طبق مقایسه میانگین به روش دانکن بین گرده‌افشانی آزاد و خود گرده‌افشانی از نظر تولید گل و میوه با همدیگر تفاوت معنادار داشتند (جدول ۲). درصد‌های مختلف تشکیل میوه سایر ارقام نیز نسبت به شاهد گرده‌افشانی آزاد خود در (جدول ۲ و شکل ۱) نشان داده شده است.



شکل ۱. درصد میوه‌های تشکیل‌شده در شاخه‌های بارور برخی ارقام سیب دو هفته پس از پایان گلدهی در تیمارهای خود گرده‌افشانی و شاهد (T_2)

نسبت به شاهد بررسی و ثبت شد. ارقام و ژنوتیپ‌های «تاپ رد دلشیز»، «آی‌آرای ۶»، «خورسیجان»، «گلشاهی» و «دلشیز» به ترتیب با ۱۳/۹۵، ۱۱/۴۵، ۱۰/۵۸، ۱۰/۷۵ و ۷/۹۴ درصد قدرت نگهداری میوه با گرده خودی نسبت به شاهد خود با گرده‌افشانی آزاد به ترتیب با ۱۶/۶۷، ۶، ۱۳/۳۳، ۱۱/۶۷، ۱۱/۶۷ درصد، بالاترین قدرت نگهداری میوه را بین ارقام داشتند. در این مرحله رقم امیدبخش «آی‌آرای ۶» تقریباً دو برابر

نتایج مرحله سوم، پایان ریزش خرداد در این مرحله نیز در مقاطع زمانی ویژه برای هر رقم و ژنوتیپ، شمارش مانند روش انجام‌شده در مرحله قبل، تعداد میوه‌های باقی‌مانده روی هر شاخه رکوردگیری و طبق فرمول ثابت درصدگیری انجام شد. هم‌زمان مقایسه میانگین توسط آزمون دانکن نیز صورت گرفت که با توجه به این محاسبات تعداد ۳۰ رقم و ژنوتیپ در این مرحله میوه‌های خود را حفظ کرد و خودسازگاری آنها

شاهد خود قدرت نگهداری میوه را به نمایش گذاشت، «نارسیب مشهد» و ژنوتیپ «آی آر آی ۱» در این مرحله درحالی که میوه ارقام «امپیرال رد»، «گلاب کههنز»، دچار ریزش کامل شدند (جدول ۲).

جدول ۲. محاسبه درصد تشکیل میوه و نگهداری محصول سیب طی چهار مرحله شمارش در ارقام خودسازگار نسبت به شاهد گرده افشانی آزاد

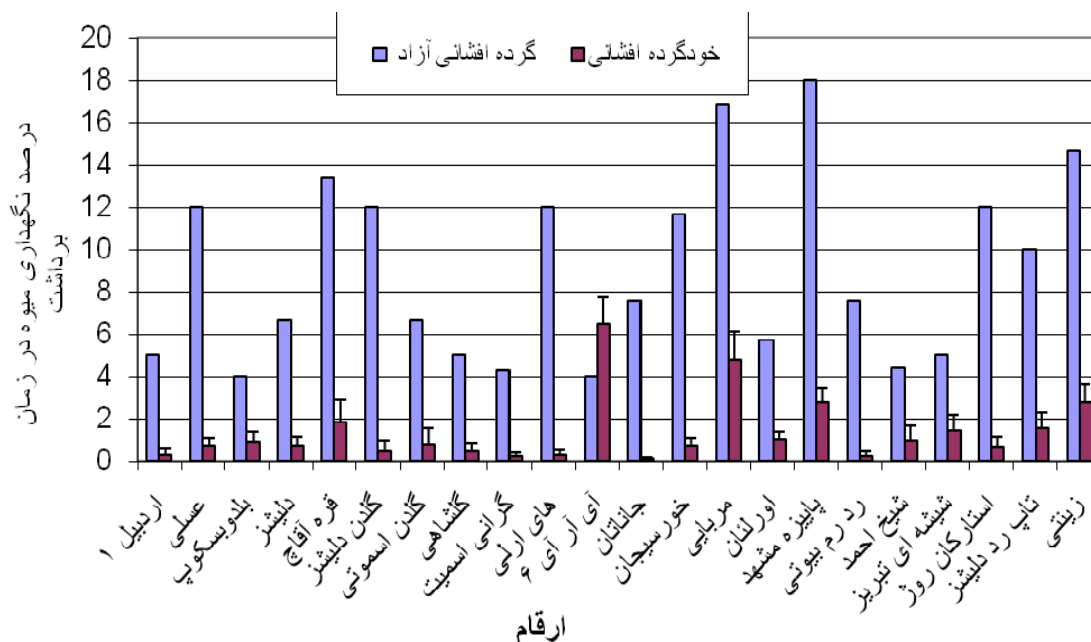
ارقام	دو هفته پس از پایان گلدهی		پایان ریزش خردادماه		زمان برداشت
	خود گرده افشانی	گرده افشانی آزاد	خود گرده افشانی	گرده افشانی آزاد	گرده افشانی آزاد
امپارال رد	۲,۶۴B	۱۵,۰۰A	-	-	-
اردبیل ۱	۴,۰۳A	۱۳,۳۳A	۰,۶۷B	۸,۳۳A	۵,۰۰A
اردبیل ۲	-	-	-	-	-
علی	۴,۰۰A	۱۶,۰۰A	۱,۳۲B	۱۳,۳۳A	۱۲,۰۰A
اوایل گلد	۱۳,۲۴A	۱۱,۴۳A	۰,۷۲B	۴,۲۹A	-
بل دو پونتواز	۱۱,۳۵A	۱۳,۳۳A	۱,۴۹B	۶,۶۷B	۴,۰۰A
بل دو بوسکوپ	۴,۴۰B	۱۸,۰۰A	۱,۸۰B	۱۴,۰۰B	-
دلیشز	۱۶,۲۰A	۱۶,۶A	۷,۹۴A	۱۱,۶۹A	۶,۶۷A
انگلیسی شیراز	-	-	-	-	-
فوجی	-	-	-	-	-
گانی بیوتی	۱۰,۴۸A	۱۶,۶۷A	۱,۲۴B	۱۵,۰۰A	-
قره آقاج	۱۴,۳۲B	۲۰,۰۰A	۳,۶۵B	۱۶,۶۷A	۱۳,۳۳A
گلوکناپفل	۱۱,۰۳A	۱۵,۰۰A	۱,۱۱B	۷,۵۰A	-
گلدن دلیشز	۴,۱۳B	۲۰,۰۰A	۰,۴۶B	۱۶,۰۰A	۱۲,۰۰A
گلدن اسموتی	۱,۹۶A	۱۳,۳۳A	۱,۹۶A	۶,۶۷A	۶,۶۷A
گلاب اصفهان	-	-	-	-	-
گلاب کههنز	۲,۶۲A	۶,۶۷A	-	-	-
گلشاهی	۱۳,۶۶A	۱۶,۶۷A	۱۰,۷۵A	۱۱,۶۷A	۵,۰۰A
گرانی اسمیت	۷,۴۵A	۱۴,۲۹A	۰,۳۶B	۷,۷۱A	۴,۲۹A
های ارلی	۱۰,۱۵A	۱۶,۰۰A	۱,۲۲B	۱۲,۰۰A	۱۲,۰۰A
آی آر آی ۱	-	۱۶,۰۰A	-	-	-
آی آر آی ۴	۱۴,۰۰A	۱۲,۰۰A	۱,۲۰B	۸,۰۰A	-
آی آر آی ۶	۱۵,۵۷A	۱۶,۰۰A	۱۱,۴۵A	۶,۰۰A	۴,۰۰A
جاناتان	۵,۳۳A	۱۰,۰۰A	۰,۳۸B	۱۰,۰۰A	۷,۵۰A
خورسیجان	۱۶,۲۶A	۱۶,۶۷A	۱۰,۵۸A	۱۳,۳۳A	۱۱,۶۷A
مشهد	۱۴,۲۹A	۱۶,۶۷A	۰,۳۳B	۳,۳۳A	-
مربایی	۱۴,۶۰A	۱۹,۲۰A	۷,۷۲A	۱۸,۰۰A	۱۶,۸۰A
نارسیب مشهد	۱۳,۸۹A	۱۶,۶۷A	-	-	-
اورلنن	۱۴,۹۲B	۲۰,۰۰A	۱,۸۵B	۱۷,۱۴A	۵,۷۱A
پاییزه مشهد	۱۲,۸۱B	۲۰,۰۰A	۵,۷۳B	۱۸,۰۰A	۱۸,۰۰A
پرایم گلد ۱	۱۴,۷۵A	۱۸,۶۷A	۱,۰۰B	۱۶,۰۰A	-
پرایم گلد ۲	-	-	-	-	-
ردرم بیوتی	۱۰,۶۱A	۱۷,۵۰A	۴,۴۳A	۱۶,۰۰A	۷,۵۰A
شیخ احمد	۵,۰۵B	۱۸,۸۹A	۲,۰۳B	۱۶,۶۷A	۴,۴۴A
شیشه‌های تبریز	۱۶,۹۰A	۱۵,۰۰A	۵,۵۳A	۱۱,۶۷A	۵,۰۰A
استارکان روژ	۱۷,۳۳A	۱۱,۰۲A	۱,۱۵B	۱۳,۳۳A	۱۲,۰۰A
تاب رد دلیشز	۱۷,۹۰A	۲۰,۰۰A	۱۳,۹۵A	۱۶,۶۷A	۱۰,۰۰A
ولئی	-	-	-	-	-
یلوترانسپارنت	۱۳,۷۹A	۱۳,۳۳A	۳,۴۴A	۱۰,۰۰A	-
زینتی	۱۴,۳۵A	۱۹,۰۰A	۴,۶۲B	۱۶,۳۳A	۱۴,۶۷A

مرحله چهارم (زمان برداشت)

در نگهداری میوه در این مرحله داشت و میوه ارقام «اوپل گلد»، «بل دو بوسکوپ»، «گانی بیوتی»، «گلوکناپفل»، «آی آر آی ۴»، «مشهد»، «پرایم گلد ۱» و «یلوترانسپارنت» در این مرحله دچار ریزش شدند (شکل ۲).

درصد میوه‌بندی در ارقام خودسازگار طی چهار مرحله زمانی بررسی شد و آنالیزهای آماری نشان داد که «آی آر آی ۶»، «شیشه‌ای تبریز»، «تاپ رد دلشیز»، «بل دو پونتواز» و «قره‌قاج» از بالاترین سطح میوه‌بندی در تیمار خودباروری برخوردار بودند.

این شمارش در زمان رسیدن بیانگر ظرفیت ژنتیکی درختان هر رقم و ژنوتیپ در شرایط خودسازگاری و گرده‌افشانی آزاد است و قدرت رقم را در تبدیل درصد معینی از گل به میوه و حفظ آن تا مرحله زمان رسیدن میوه در هر یک از دو وضعیت نشان می‌دهد. براساس این مقایسه‌ها تعداد ۲۲ رقم در این مرحله درصدهای مختلف قدرت نگهداری میوه نسبت به شاهد خود تا زمان رسیدن کامل میوه داشتند (جدول ۲) که رقم امیدبخش «آی آر آی ۶» با ۶/۴۹ درصد میوه نسبت به شاهد خود با ۴ درصد قدرت نگهداری بالاترین قدرت را



شکل ۲. قدرت نگهداری میوه در ارقام خودسازگار سبب نسبت به شاهد در زمان برداشت

مومی شدن پوست در «خورسیجان»؛ برجستگی اطراف چشم، شدت رنگ رویی پوست، عرض رگ‌ها، زنگار و فضای بین برچه در «مشهد»؛ عرض گودی دم، عرض و عمق گودی چشم، تعداد بذر کل، تعداد بذر در برچه، و تعداد بذر سالم در «پاییزه مشهد»؛ وزن میوه، طول میوه، قطر میوه، تعداد بذر چروکیده در برچه، اندازه چشم میوه، مومی شدن پوست، زنگار دم میوه، تعداد و اندازه عدسک، رنگ گوشت و بذر در ژنوتیپ IRI6 شد (جدول ۴). برخی ناهنجاری‌ها از نظر بازارپسندی نیز لطمه وارد می‌کنند، برای مثال شکل کلی میوه ارقام

ارزیابی خصوصیات میوه‌شناسی ارقام و فشار اینبریدینگ

تعداد صفات متأثر از فشار اینبریدینگ و شدت ناهنجاری‌ها بسته به رقم متفاوت بود (جدول ۴) و این تفاوت‌ها نسبت به میوه ارقام گرده‌افشانی آزاد فقط در برخی از ناهنجاری‌ها معنادار شدند (جدول ۳). تعداد برچه فقط در ۳ رقم «رد رم بیوتی»، «دلشیز» و «قره‌قاج» تغییر یافت. فشار اینبریدینگ موجب بروز اختلالات در سطوح متفاوت در صفات وزن میوه، طول، قطر، شکل میوه، اندازه چشم میوه، رنگ رویی،

ضخامت دم میوه هرچند از نظر ژنتیکی قابل بررسی است و ممکن است برخی از این تغییرات با صفات دیگر همبستگی مثبت یا منفی داشته باشند ولی این اختلالات نقش محسوسی در بازاریپسندی محصول ایفا نمی‌کنند. قدرت جوانه‌زنی گرده‌های ارقام خودسازگار فوق و درصد بالای رشد لوله‌گرده آنان پس از کشت دلالت بر کارایی گرده خودی در شرایط ایزولاسیون و تشکیل‌نشدن میوه توسط سازوکار بکرزایی است (2012 Hajnajari^b, Hajnajari^a, 2012). جوانه‌زنی بذور میوه‌های حاصل از خودتلقیحی طی ۳ سال ملاک قطعیت در تولید ارقام خودسازگار تراریخته قرار گرفت (Broothaerts *et al.*, 2004). ضمن آن رشد لوله‌گرده در میوه‌های گرده‌افشانی آزاد و در ارقام تراریخته بررسی شد که نتیجه آن، عدم توقف گرده خودی در رقم جدید تراریخته بود. در پژوهش حاضر با روش کشت گرده تشخیص قدرت جوانه‌زنی گرده ارقام و ژنوتیپ‌ها هم‌زمان با تلاقی‌های سالانه بررسی شد. هرچند بررسی‌های گوناگون بر شناسایی ال‌های خودسازگاری متمرکز شده، تا کنون ژن مسئول خودسازگاری معرفی نشده است، بلکه گزارش‌های زیادی در خصوص شناسایی ال‌های خودناسازگاری موجود در ریخته وراثتی کلروپلاستی (cdNAs) در «گلدن دلشیز» (1995, *et al.*, Janssens)، «الستار» (2000, Van Nerum *et al.*، «دلشیز» (2000, Matsumoto & Kitahara) و دیگر ارقام سیب وجود دارد. (1983, Moore & Janick *et al.*; Ershadi & Talaii, 2007; Van Nerum *al.*, 2001). سطوح خودسازگاری بالا در ارقام بومی «آی‌آر‌آی ۶»، «قره‌قاچ»، «مشهد»، «مربایی»، «پاییزه مشهد»، «شیشه‌ای تبریز» و ارقام وارداتی «بل دو پونتواز»، «گلدن اسموتی»، «اورلئان»، «تاپ رد دلشیز» نشان داده شد (Hajnajari, 2008). دیگران در پژوهش‌های مشابه وجود درصد‌های مختلف سازگاری را در «ارین»، «مگامی»، «فوجی» نشان دادند. درصد خودسازگاری در رقم «فوجی» طی ۴ سال بین صفر تا ۴/۵ درصد، رقم مگومی ۴۰ تا ۴۸ درصد طی ۲ سال و رقم ارین ۱۶/۳ تا ۳۸ درصد، در سال سوم رکوردگیری شد. رقم خودسازگار مگومی میوه‌های بزردار تولید کرد درحالی‌که میوه‌های «ارین» بیشتر بی‌دانه بودند (Saito

گلدن دلشیز و های ارلی و نیز در «گلشاهی» و «قره‌قاچ» تغییر یافت. ژنوتیپ IRI6 از نظر صفت وزن و اندازه میوه نسبت به شاهد اختلاف معنادار داشت، ولی خصوصیات ظاهری به‌ویژه شکل کلی میوه از نظر تقارن و سایر صفات مهم از نظر بازاریپسندی و رنگ رویی، شدت رنگ رو و به‌ویژه صفت مهم برجستگی اطراف چشم بسیار مناسب بود. وزن میوه غالب ارقام خودسازگار که تا زمان برداشت میوه خود را حفظ کردند در سطح ۱ درصد نسبت به شاهد دارای اختلاف معنادار بودند. سفتی بافت و سایر خصوصیات بیوشیمیایی IRI6 شامل مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیترا و pH در شرایط ایزولاسیون نسبت به شاهد اختلاف نداشت. در مرحله پایان گلدهی، ضریب تبدیل گل به میوه IRI6 در شرایط گرده‌افشانی آزاد برتری داشت ولی این اختلاف معنادار نبود، اما قدرت عملکرد و حفظ میوه در مراحل پیشرفته رشد شامل مرحله رشدی پس از ریزش خرداد و زمان برداشت در شرایط خودسازگار نسبت به شاهد در مرحله برداشت برتری نشان داد (جدول ۲). مهم‌ترین برتری ژنوتیپ خودسازگار IRI6 تحمل بالای آن به فشار اینتریدینگ در خصوص صفات بسیار مهمی نظیر تعداد برچه، تعداد بذر در برچه و تعداد بذر سالم و معنادارنشدن آن نسبت به شاهد گرده‌افشانی آزاد است. وجود تعدادی بذر چروکیده صرفاً موجب کاهش بیوسنتز ژیرلین‌ها و در نتیجه کاهش طول و عرض میوه در شرایط ایزولاسیون شد (جدول‌های ۳ و ۴). در همین شرایط ارقام گلدن دلشیز، دلشیز و قره‌قاچ دچار ناهنجاری‌های ناجور برچه‌ای و ناجور بذری در سطح احتمال ۱ درصد شدند. ناجور بذری در دو وضعیت کاهش تعداد کل بذر و تشکیل‌نشدن بذر در برخی برچه‌ها و نیز تولید بذور ناقص بروز می‌کند. مشاهدات نشان داد افزایش تعداد برچه‌ها تا ۷ برچه و یا کاهش آنها تا ۲ برچه با توزیع‌نشدن مناسب بذور در برچه‌ها و یا با برچه‌های خالی همراه شد، این اختلالات منجر به ناجورشکلی نیز شدند. وجود تعداد کم بذور ناقص بدون اندوسپرم و یا جنین در برچه‌ها نسبت به بذور سالم بر بیش از ۳۰ صفت اندازه‌گیری شده میوه تأثیر کمی داشتند. بروز تغییرات در رنگ گوشت میوه، تغییر رنگ بذر، تغییر عرض و عمق گودی چشم و دم میوه، طول و

(National Vegetable Society, 2010). از دیگر ارقام خودسازگار به نسبت شناخته‌شده می‌توان از رقم متوسط رس و حساس به زنگار Egremont Russet و نیز "Red Windsor" مقاوم به سرمای زمستانه نام برد (Coronet, 2011).

(et al., 2007). میوه‌های IRI6 بذر کامل با اندوسپرم و جنین سالم با قدرت جوانه‌زنی داشتند ولی اندازه آن کمی کوچک‌تر از میوه‌های گرده‌افشانی آزاد بود. یک کلون جدید خودسازگار به نام Queen-Cox بدون نیاز به گرده‌افشان با قدرت انبارمانی خیلی خوب، آبدار، شیرین و رنگ رویی قرمز ولی حساس به زنگار گزارش شد

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس صفات کمی میوه‌ها در برخی ارقام و ژنوتیپ‌های سیب

ارقام	درجه آزادی	وزن میوه (g)	طول میوه (cm)	قطر میوه (cm)	نسبت طول به قطر (cm)	طول دم (cm)	ضخامت دم (mm)	عمق گودی دم (cm)	عرض گودی دم (cm)
اردبیل ۱	۱	۱۰۱۲ ^{ns}	۰۰۱۸ ^{ns}	۰۱۱۹ ^{ns}	۰۰۰۱ ^{ns}	۰۰۷۸ [*]	۰۰۹۱۰ ^{ns}	۰۰۱ ^{ns}	۰۰۰۸ ^{ns}
عسلی	۱	۶۹۵۴۶۲۸ ^{**}	۶۶۶۵ ^{**}	۸۵۱۲ ^{**}	۰۰۰۲ ^{ns}	۰۰۶۱ ^{ns}	۰۰۲۸۰ ^{ns}	۰۰۶۳۲ ^{**}	۱۸۴۰ ^{**}
دلشیز	۱	۱۵۱۱۰۰۷۰ ^{ns}	۰۳۸۴ ^{ns}	۰۳۶۲ ^{ns}	۰۰۰۰۴۵۴ ^{ns}	۰۰۰۵ ^{ns}	۱۵۱۳ ^{**}	۰۰۱۴ ^{ns}	۰۰۶۴۵ ^{**}
قره قاچ	۱	۳۳۷۰۵۰۰۰ ^{**}	۸۴۷۷ ^{**}	۱۶۲۵۳ ^{**}	۰۰۱۸ [*]	۰۰۲۰ ^{ns}	۰۰۴۲ ^{ns}	۱۸۴۹ ^{**}	۱۶۶۸ ^{**}
گلدن دلشیز	۱	۱۰۳۴۹۰۰۰ ^{**}	۳۸۴۰ ^{**}	۶۸۴۳ ^{**}	۰۰۱۱ ^{ns}	۰۰۵۶۸ [*]	۰۰۴۳ ^{ns}	۱۳۳۲ ^{**}	۰۰۵۹۸ ^{**}
گلشاهی	۱	۴۳۹۴۵۴ ^{ns}	۱۲۶۴ [*]	۰۴۹۰ ^{ns}	۰۰۰۰۴۲۷ ^{ns}	۰۰۱۷ ^{ns}	۰۱۳۷ ^{ns}	۰۰۴۶۳ ^{**}	۰۰۱۴ ^{ns}
گرانی اسمیت	۱	۱۳۹۲۹۰۰۰ ^{**}	۲۳۸۶ ^{**}	۶۰۲۸ ^{**}	۰۰۰۶ ^{ns}	-	-	۰۰۲۶۷ ^{**}	۰۰۲۷۷ [*]
های ارلی	۱	۲۶۸۰۹۴۵ ^{ns}	۰۰۲۴ ^{ns}	۰۰۴۳ ^{ns}	۰۰۰۰۰۰۱ ^{ns}	۰۰۲۹۹ [*]	۰۰۵۹ ^{ns}	۰۰۲۰۶ ^{**}	۰۰۰۰ ^{ns}
آی آر آی ۶	۱	۷۰۹۴۰۰۰۰ ^{**}	۳۳۷۵۷ ^{**}	۴۲۲۱۱ ^{**}	۰۰۰۱ ^{ns}	۰۰۷۲ ^{ns}	۱۹۰۳۹ ^{ns}	۶۳۸۶ ^{**}	۰۰۹۲ ^{ns}
جانانان	۱	۱۹۲۸۰۱۵۵ [*]	۱۰۱۱۶ [*]	۱۸۴۱ [*]	۰۰۰۰۴۰۱ ^{ns}	۰۰۲۰ ^{ns}	-	۰۰۱۷ ^{ns}	۰۰۴۱۵ [*]
خورسیجان	۱	۶۲۸۴۰۰۷۸ ^{**}	۴۶۶۰ ^{**}	۴۵۳۲ ^{**}	۰۰۰۳ ^{ns}	۰۰۷۸ ^{ns}	۱۴۱۱ ^{ns}	۲۰۱۸۶ ^{**}	۰۰۲۱۷ ^{ns}
مشهد	۱	۴۶۸۷۹ ^{ns}	۰۰۲۶ ^{ns}	۰۰۴۶۱ ^{ns}	۰۰۰۴ ^{ns}	۰۰۳۸۳ ^{ns}	-	۰۰۷۶ ^{ns}	۰۰۳۸۱ [*]
اورلنن	۱	۴۱۲۴۵۰۰۰ ^{**}	۱۳۶۸۰ ^{**}	۱۴۸۲۹ ^{**}	۰۰۰۰۱۶ ^{ns}	۰۰۱۷ ^{ns}	۰۰۵۲ ^{ns}	۲۹۱۰ ^{**}	۰۰۵۴۳ ^{**}
پاییزه مشهد	۱	۹۶۰۷۶۵۳ ^{**}	۴۷۴۰ ^{**}	۸۲۰۷ ^{**}	۰۰۰۰۱۳۰ ^{ns}	۰۰۱۰ ^{ns}	۰۰۲۹۲ ^{**}	۳۶۴۵ ^{**}	۱۶۹۲ ^{**}
شیخ احمد	۱	۳۹۹۰۸۲۱ ^{ns}	۰۰۳۳۱ ^{ns}	۱۰۷۸ ^{ns}	۰۰۱۲۲ ^{**}	۰۰۴۴۸ [*]	۰۰۶۵۵ ^{ns}	۰۰۷۷ ^{ns}	۰۰۲۷۵ [*]
شیشه‌ای تبریز	۱	۱۳۷۱۸۶۰ ^{ns}	۰۰۶۱ ^{ns}	۰۰۶۶۷ ^{ns}	۰۰۰۳ ^{ns}	۰۰۱۷ ^{ns}	۰۰۳۸ ^{ns}	۰۰۲۹ ^{ns}	۱۵۲۰ ^{**}
استارکان رژ	۱	۷۱۳۰۰۰۶ ^{**}	۱۹۳۵ [*]	۲۷۶۶ ^{**}	۰۰۰۰۰۰۰۷ ^{ns}	۰۰۳۳۷ ^{ns}	۰۰۲۲۴ ^{ns}	۰۰۴۴۲ ^{**}	۰۰۷۵ ^{ns}
تاپ رد دلشیز	۱	۴۹۵۹۰۰۷ ^{**}	۱۰۰۳۶ [*]	۱۶۴۸ [*]	۰۰۰۰۰۰۰۳ ^{ns}	۰۰۱۰۷ ^{ns}	۱۴۰۱۱۴ ^{**}	۰۰۰۱ ^{ns}	۱۸۴۶ ^{**}
گلدن اسموتی	۱	۱۸۸۷۱ ^{ns}	۰۰۱۹۰ ^{ns}	۰۰۰۷ ^{ns}	۰۰۰۷ ^{ns}	۰۰۴۷۱ [*]	۸۰۰۰ ^{ns}	۱۰۲۱۵ ^{**}	۰۰۲۳۳ [*]
رد رم بیوتی	۱	۱۲۵۷۴۰۰۰ [*]	۲۵۸۳ ^{**}	۳۰۸۷ ^{**}	۰۰۰۷ ^{ns}	-	-	۰۰۹۳۳ [*]	۰۰۲۴۵ [*]

ادامه جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس صفات کمی میوه‌ها در برخی ارقام و ژنوتیپ‌های سیب

ارقام	درجه آزادی	عمق گودی چشم (cm)	عرض گودی چشم (cm)	سفتی بافت	تعداد برچه	تعداد بذر در برچه	تعداد بذر سالم	تعداد بذر چروکیده
اردبیل ۱	۱	۰۰۰۰۵ ^{ns}	۰۰۰۲ ^{ns}	۰۰۴۱۵ ^{ns}	۰۰۰۰ ^{ns}	۵۴۲۶ ^{ns}	۱۰۰۱۷۷ ^{ns}	۰۰۷۴۱ ^{ns}
عسلی	۱	۲۱۴۵۵ ^{**}	۰۱۲۳ ^{ns}	۷۵۰۰ ^{**}	۰۰۰۰ ^{ns}	۶۴۵۳۳ ^{**}	۵۰۰۷۰۰ ^{**}	۰۰۸۳۳ ^{ns}
دلشیز	۱	۰۰۰۵ ^{ns}	۱۳۱۹ ^{**}	۰۰۲۳۳ ^{ns}	۵۰۱۰۴ ^{**}	۳۶۸۱۷ ^{**}	۳۶۰۳۸ ^{**}	۰۰۰۰۴ ^{ns}
قره قاچ	۱	۰۰۲۲۴ ^{**}	۰۰۴۳۰ ^{**}	۰۰۳۲۰ ^{ns}	۱۹۴۴ [*]	۱۸۱۳۴۰ ^{**}	۹۶۸۲۰ ^{**}	۷۳۹۲ ^{**}
گلدن دلشیز	۱	۰۰۱۴۲ [*]	۰۰۲۳۶ [*]	۱۰۸۳ ^{ns}	۰۰۰۰ ^{ns}	۴۶۷۳۱ ^{**}	۳۸۰۷۹۲ ^{**}	۰۰۳۶۹ ^{ns}
گلشاهی	۱	۰۰۵۹۸ ^{**}	۰۰۰۱ ^{ns}	۰۰۵۹۸ ^{ns}	۰۰۰۰ ^{ns}	۱۶۰۱۷ [*]	۲۰۰۴۱۷ [*]	۰۰۲۶۷ ^{ns}
گرانی اسمیت	۱	۰۰۰۱ ^{ns}	۰۰۱۹۲ [*]	۰۰۱۴۵ ^{ns}	۰۰۰۰ ^{ns}	۲۳۲۷ ^{ns}	۰۰۷۳۶ ^{ns}	۰۰۴۴۵ ^{ns}
های ارلی	۱	۰۰۰۰ ^{ns}	۰۰۵۵ ^{ns}	۰۰۹۶ ^{ns}	۰۰۰۹ ^{ns}	۱۸۴۰۹ [*]	۱۶۸۰۹ [*]	۰۰۰۳۶ ^{ns}
آی آر آی ۶	۱	۱۰۲۰۱ ^{**}	۰۰۸۵۲ ^{**}	۰۰۸۱۵ ^{ns}	۱۴۰۴ ^{ns}	۰۰۱۶۳ ^{ns}	۳۰۴۳۱ ^{ns}	۵۰۹۳ [*]
جانانان	۱	۰۰۰۷ ^{ns}	۰۰۱۰۰ ^{ns}	۷۷۸۸ ^{**}	۰۰۳۶ ^{ns}	۲۷۵۰۰ ^{**}	۲۴۵۸۲ [*]	۰۰۰۸۲ ^{ns}
خورسیجان	۱	۰۰۸۱۴ ^{**}	۰۰۶۸۶ ^{**}	۴۰۲۵۸ ^{**}	۰۰۰۰ ^{ns}	۲۷۷۳۳ ^{**}	۳۹۰۴۲۶ ^{**}	۱۰۰۲۶ ^{ns}
مشهد	۱	۰۰۲۴ ^{ns}	۰۰۰۰۳ ^{ns}	۰۰۸۳۴ ^{ns}	۰۰۷۳۶ ^{ns}	۱۰۵۰۹ ^{ns}	۵۰۶۸۲ ^{ns}	۰۰۷۳۶ ^{ns}
اورلنن	۱	۰۰۶۶۲ ^{**}	۰۰۴۱۹ ^{**}	۰۰۶۹۵ ^{ns}	۰۰۲۷۲ ^{ns}	۴۲۰۹۲۱ ^{**}	۳۷۰۷۶۸ ^{**}	۰۰۱۶۵ ^{ns}
پاییزه مشهد	۱	۰۰۹۴۷ ^{**}	۱۰۲۴۵ ^{**}	۳۰۳۷۶ ^{**}	۰۰۰۰ ^{ns}	۱۷۶۰۴۵۸ ^{**}	۱۷۴۰۶۳۰ ^{**}	۰۰۰۰۵ ^{ns}
شیخ احمد	۱	۰۰۰۱۶ ^{ns}	۰۰۰۴۳ ^{ns}	۵۰۸۴۳ ^{**}	۰۰۵۳۳ ^{ns}	۲۶۰۱۳۳ ^{**}	۲۸۰۰۳۳ ^{**}	۰۰۰۳۳ ^{ns}
شیشه‌ای تبریز	۱	۰۰۱۲۹ [*]	۱۰۸۶۲ ^{**}	۱۰۹۲۶ [*]	۰۰۰۰ ^{ns}	۳۰۸۱۷ ^{**}	۴۰۸۱۷ ^{ns}	۱۱۰۲۶۷ ^{**}
استارکان رژ	۱	۰۰۱۸۸ [*]	۰۰۲۹۳ [*]	۰۰۳۲۸ ^{ns}	۰۰۰۰ ^{ns}	۶۱۰۷۷۹ ^{**}	۷۰۰۰۰۷ ^{**}	۰۰۲۵۷ ^{ns}
تاپ رد دلشیز	۱	۰۰۰۰۷ ^{ns}	۱۰۸۵۸ ^{**}	۳۰۲۷۷ ^{**}	۰۰۰۰ ^{ns}	۷۴۰۱۰۳ ^{**}	۵۰۱۹۲ ^{ns}	۴۰۰۶۴ ^{**}
گلدن اسموتی	۱	۰۰۰۴۳ ^{ns}	۰۰۰۵۵ ^{ns}	۰۰۲۳۴ ^{ns}	۰۰۸۶۴ ^{ns}	۹۷۰۷۷۹ ^{**}	۶۴۰۴۶۴ ^{**}	۳۰۴۵۷ ^{ns}
رد رم بیوتی	۱	۰۰۳۱۲ ^{**}	۰۰۳۹۴ ^{**}	۰۰۴۲۵ ^{ns}	۱۱۰۲۶۷ ^{**}	۰۰۰۶۷ ^{ns}	۰۰۱۵۰ ^{ns}	۰۰۰۱۷ ^{ns}

جدول ۴. تأثیر فشار اینبریدینگ بر صفات میوه سبب در شرایط خودسازگاری

ردیف	ارقام	صفات دارای اختلاف در میوه‌های حاصل از گرده‌افشانی آزاد و خود گرده‌افشانی
۱	اردبیل ۱	طول دم میوه، برجستگی اطراف چشم میوه و عرض رگ‌ها
۲	عسلی	وزن، طول، قطر، سفتی بافت، تعداد بذر در برچه، تعداد بذر سالم، اندازه میوه
۳	دلیشز	تعداد برچه، تعداد بذر در برچه و تعداد بذر سالم، اندازه میوه
۴	قره‌قاچ	وزن، طول، قطر، تعداد بذر در برچه، تعداد بذر سالم و تعداد بذر چروکیده، نسبت طول به قطر، تعداد برچه، رنگ بذر، فضای بین برچه، زنگار اطراف چشم، شکل کلی میوه و اندازه میوه
۵	گلدن دلیشز	وزن، طول، قطر، تعداد بذر در برچه، تعداد بذر سالم، اندازه میوه، شکل کلی میوه
۶	گلشاهی	طول میوه، تعداد بذر در برچه، تعداد بذر سالم و شکل کلی میوه
۷	گرانی اسمیت	وزن میوه، قطر، عمق گودی میوه، اندازه میوه
۸	های ارلی	تعداد بذر در برچه، تعداد بذر سالم، تعداد عدسک، زنگار لپ، شکل کلی میوه
۹	آی‌آرای ۶	وزن میوه، طول میوه، قطر میوه، تعداد بذر چروکیده در برچه، اندازه میوه، اندازه چشم میوه، مومی شدن پوست، زنگار دم میوه، تعداد عدسک، اندازه عدسک‌ها، رنگ گوشت میوه و رنگ بذر
۱۰	جاناتان	سفتی بافت میوه، تعداد بذر در برچه، وزن میوه، طول میوه، قطر میوه، تعداد بذر سالم، فضای بین برچه، رنگ گوشت میوه
۱۱	خورسیجان	نظر وزن، طول، قطر، سفتی بافت تعداد بذر در برچه، تعداد بذر سالم، اندازه میوه، اندازه چشم میوه، مومی شدن پوست
۱۲	مشهد	برجستگی اطراف چشم، شدت رنگ رویی پوست، عرض رگ‌ها، زنگار لپ، زنگار چشم و فضای بین برچه
۱۳	اورلئان	وزن، طول، قطر، عمق گودی دم، عرض گودی دم، عمق گودی چشم، عرض گودی چشم، تعداد بذر در برچه، تعداد بذر سالم
۱۴	پاییزه مشهد	وزن، طول، قطر، عمق گودی دم، عرض گودی دم، عمق گودی چشم، عرض گودی چشم، تعداد بذر در برچه و تعداد بذر سالم
۱۵	شیخ احمد	نسبت طول به قطر، سفتی بافت، تعداد بذر در برچه، تعداد بذر سالم، مومی شدن پوست، نسبت رنگ رویی پوست و زنگار لپ
۱۶	شیشه‌ای تبریز	تعداد بذر در برچه، تعداد بذر چروکیده، سفتی بافت، عرض رگ‌ها، زنگار لپ، تعداد عدسک‌ها، فضای بین برچه و رنگ بذر
۱۷	استارکان روژ	وزن میوه، طول میوه، قطر میوه، عمق گودی دم، تعداد بذر در برچه، تعداد بذر سالم، زنگار دم، اندازه عدسک‌ها و رنگ بذر
۱۸	تاپ رد دلیشز	وزن میوه، عرض گودی دم، عرض گودی چشم، سفتی بافت، تعداد بذر در برچه و تعداد بذر چروکیده، عدسک‌ها، رنگ گوشت میوه، فضای بین برچه و رنگ بذر
۱۹	گلدن اسموتی	عمق گودی دم، تعداد بذر در برچه، تعداد بذر سالم، اندازه چشم، رنگ زمینه، زنگار لپ میوه و رنگ بذر
۲۰	رد رم بیوتی	طول میوه، قطر میوه، عمق گودی دم، عمق گودی چشم، عرض گودی چشم، تعداد برچه، وزن میوه، تیپ رنگ رویی پوست، عرض رگ‌ها، تعداد عدسک‌ها و رنگ بذر

دوپونتواز»، «پرایم گلد ۱»، «پرایم گلد ۲»، «عسلی»، «شیخ احمد»، «اردبیل ۱»، «امپیرال رد ۱»، «یلواسپور»، «رد رم بیوتی» و ژنوتیپ امیدبخش «آی‌آرای ۴» (جدول ۲) گزینش شده خودسازگار به صورت مشترک و مشابه در فهرست ارقام گزینش شده متحمل به سرمای بهاره در سال ۱۳۸۳ در کرج قرار دارند که توانستند میوه‌بندی خود را در برابر تنش سخت غیرزنده حفظ کنند. بنابر نتایج این پژوهش تنش سرمای بهاره در ارقام خودسازگار توانستند باردهی لازم را حفظ کنند که این نتایج با یافته (Benedek et al., 1996) متفاوت بود. در پژوهش مشابه بر ۲۹۲ رقم سیب در مجارستان، سطح خودسازگاری را به اثر سن درخت و سال مرتبط دانستند. آنان وجود ۱ تا ۳ درصد خودسازگاری را موجب افزایش عملکرد برشمردند و اظهار داشتند که درصد میوه‌بندی برخی ارقام خودسازگار در هر سال نوسان دارد، که از نظر اثر سال بیشتر به دلیل سال‌آوری با نتایج این پژوهش مطابقت داشت، و نیز از نظر ثابت ماندن درصد خودسازگاری، عدم نوسان میوه‌بندی و عملکرد در مورد «گلدن دلیشز» و «جاناتان» با نتایج

ارقام خودسازگار شناسایی شده در کرج دامنه وسیعی از فنولوژی گلدهی و زمان رسیدن داشتند. فنولوژی گلدهی و زمان رسیدن، عملکرد و دفعات ریزش، خصوصیات پومولوژیک و خودسازگاری ارقام موجود در کلکسیون ارقام کرج طی یک دهه رکوردگیری شد (Hajnajari, 2010; Hajnajari^b, 2012). نتایج به دست آمده در خصوص تعیین ارقام خودسازگار توسط حاج نجاری در خصوص کارایی پایین خود گرده‌افشانی مصنوعی با قلم‌مو نسبت به خود گرده‌افشانی طبیعی توسط ایزولاسیون با نتایج دیگران (De et al., 1996) (Witte) مطابقت کامل دارد. نتایج این پژوهش با سایر نتایج پژوهشگران فوق در خصوص ناهنجاری‌های بذر و برچه همخوانی کامل نشان داد. سطح میوه‌بندی حتی در ارقام خودسازگار نیز تا حدی در شرایط نامناسب جوی و کاهش بازدید حشرات کاهش می‌یابد (Benedek et al., 1996). بررسی‌های انجام شده و تطبیق گروه‌های رقمی خودسازگار با گروه ۲۰ رقمی متحمل به سرمای بهاره (Hajnajari & Eccher, 2006) نشان داد که ۱۳ رقم شامل «مشهد»، «اوایل گلد»، «بل دوسکوپ»، «بل

ظرفیت حفظ میوه تا زمان رسیدن، بسیار بالاست (Hajnajari^a, 2012). قدرت نگهداری میوه «دلشز»، «تاپ رد دلشز»، «ردرم بیوتی»، «خورسیجان»، «گلشاهی» و «شیشه‌ای تبریز» تا مرحله ریزش خرداد ادامه یافت. به نظر می‌رسد با مدیریت بهینه باغ و اعمال تیمارهای تغذیه‌ای مناسب، نگهداری میوه در این گروه از ارقام تا زمان برداشت امکان‌پذیر خواهد بود. ارقام سیب با درصد خودسازگاری بالا امکان گسترش سطح زیر کشت و افزایش عملکرد در مناطق دارای عوامل تنش‌زای محیطی بازدارنده را فراهم می‌آورد. احداث باغ‌های صنعتی تک‌رقمی (Monoclonal Orchards) با حذف و کاهش تعداد رقم گرده‌افشان نیز عملی خواهد بود. (Jana, 2001)، در بررسی ارقام خودسازگار و سطوح خودسازگاری، بالاترین سطح خودسازگاری ۵/۷۶ درصد را در رقم «رد بارون» گزارش کرد که به مراتب پایین‌تر از رقم امیدبخش خودسازگار IRI6 به میزان ۶/۴۹ درصد است. وی پایین‌ترین سطح میوه‌بندی را در "Spur Red Delicious" به میزان ۲/۰۹ درصد گزارش کرد.

این مطالعه مشابه بود (Soltész, 1997). ایران نزدیک مرکز جهانی تنوع سیب در قرقیزستان و در مسیر جاده تاریخی ابریشم قرار گرفته است و مرکز کشت و اهلی کردن ارقام سیب برشمرده می‌شود و دانه‌های تصادفی ارزشمند در آن قابل بهره‌برداری است (al., 2009). تنوع ژنتیک موجود با ارزیابی دانه‌های تصادفی جمع‌آوری شده در کرج منجر به شناسایی درصد‌های مختلف خودسازگاری شد (جدول ۲). بالاترین درصد خودسازگاری در «آی‌آرای ۶» با قدرت بالای نگهداری میوه طی چهار مرحله رشد و برتر از شاهد ثبت شد که به‌منزله یک رقم امیدبخش کاملاً خودسازگار کشف و شناسایی شد. علاوه بر این، بررسی‌های چندساله و نیز پژوهش حاضر مشخص کرد ارقام بومی مربایی، زینتی، پاییزه مشهد خودسازگاری بالا دارند. برنامه اصلاح پایه، برای افزایش خلوص ژنتیکی پایه‌های بذری سیب با استفاده از والد‌های مادری خودسازگار «زینتی» و «مربایی» در چهار استان کشور در دست اجراست. نتایج هفت‌ساله این بررسی‌ها ثابت کرد که تنوع ژنتیکی ارقام خودسازگار از نظر

REFERENCES

1. Alston, F. H. (1996). Incompatibility alleles and apple pollination. *Acta Horticulturae*, 423, 119-124.
2. Benedek, P. & Nyeki, J. (1996). Fruit set of selected self-sterile and self-fertile fruit cultivars as affected by the duration of insect pollination. *Acta Horticulturae*, 423, 57-64.
3. Broothaerts, W. (2003). New findings in apple S-genotype analysis resolve previous confusion and request the re-numbering of some S-alleles. *Theoretical applied Genetics*, 106 (4), 703-714.
4. Broothaerts, W. Keulemans, J. & Nerum, I. (2004). Self-fertile apple resulting from S-RNase gene silencing. *Plant Cell Reports*, 22, 497-501.
5. Coronet®, (2011). Self Fertile 'Red Windsor', *Coronet®, The miniature apple tree*. from <http://www.coronet.ie/index.php>.
6. De Franceschi, P., Pierantoni, L., Dondini, L., Grandi, M., Sansavini, S. & Sanzoli, J. (2012). F-BOX genes and the evolution of the s-locus in the PYRINAE. *Acta Horticulturae*, 932, 29-36.
7. De Witte, K., Vercammen, J., van Daele, G. & Keulemans, J. (1996). Fruit set, seed set and fruit weight in apple as influenced by emasculation, self-pollination and cross-pollination. *Acta Horticulturae*. 423:177-184.
8. Ershadi, A. & Talaii, A. (2007) Identification of s-alleles in 40 apple cultivars by allele-specific PCR amplification. *Acta Horticulturae*, 760, 111-116.
9. Gharaghani, A., Zamani, Z., Talaie, A., Oraguzie, N.C., Fattahi, R., Hajnajari, H., Wiedow, C., & Gardiner, S.E. (2009) The role of Iran (Persia) in apple domestication, evolution and migration via the silk trade route. *Acta Horticulturae*, 859, 229-236.
10. Hajnajari, H., & Eccher, T. (2006). Natural selection of spring cold resistant cultivars and mechanisms of biological resistance among 108 apple genotypes. Abstracts and contents. p: 371. *27th International Horticulture Congress*. , August 13-19., Seoul, Korea.
11. Hajnajari^a, H. (2012). Investigation and individuation of self compatible apple cultivars. Register N. 39378. Scientific information and documentation center. *Final report of the research project*. Research, Education and Extension Organization (AREO), Tehran. (In Farsi).

12. Hajnajari^b, H. (2012). Phenology of flowering, maturation, fruit set and pomological analyses in 108 Cultivars of Apple Register N. 90/247 Scientific information and documentation center. *Final report of the research project*. Research, Education and Extension Organization (AREO), Tehran. (In Farsi).
13. Hajnajari, H. (2010). Cultivar evaluation program of the national Iranian apple collection in the last decade. *Proceedings of the International Scientific Conference of Fruit Growing Intensification in Belarus: Traditions, Progress, Prospects*, PP, 33-39.
14. Hajnajari, H. (2008). Study and individuation of self compatible cultivars in apple collection. *Proceedings of 10th Iranian Genetic Congress*, P: 233. 21-23 May. Razi conferences Hall, Tehran. (In Farsi).
15. Jalili Marandi, R. (2003). *Fruit growing*. Edited by: Jihad Daneshgahi Orumieh publisher. Unit of Azarbayjane Gharbi, 251 Pages. (In Farsi).
16. Jana, B. R. (2001). Effect of self and cross pollination on the fruit set behavior of some promising apple genotypes. *Acta Horticulturae*, 3(1), 51-52
17. Janick, J. & J. N. Moore, By Brown A. G. (1975). Apples. Breeding Techniques. Sterility and Incompatibility. *Advances in Fruit Breeding*, Pp: 13-15.
18. Janssens, G. A. Goderis, I. J. Broekaert, W. F. & Broothaerts, W. (1995). A molecular method for S-allele identification in apple based on allele-specific PCR. *Theoretical and Applied Genetics*, 91 (4), 691-698.
19. Kon, T., Sato, S., Kudo, T., Fujita, K. & Fukasawa-Akawa, T. (2000). Apple breeding at aomori apple experiment station, Japan. *Acta Horticulturae*, 538, 215-218
20. Lapins, K.O. (1983) in Methods in fruit breeding, Mutation breeding, eds Moore J.N., Janick J. (Purdue Univ. Press, West Lafayette, IN), pp, 74-99.
21. Maniei, A.A. (2001). *Apple and its cultivation*. Iran Technique publication, Tehran. 356 pages. (In Farsi)
22. Matsumoto, S., & Kitahara, K. (2000). Discovery of a new self-incompatibility allele in apple. *Hortscience*, 35(7), 1329-1332.
23. Moore, J. N. & Janick, J., By: Lapins, K.O. (1983). *Mutation breeding in fruit breeding methods*. Pp: 90-91. Prudue University Press. West Lafayette, Indiana
24. National Vegetable Society. (2010). Apple Self-Fertile Queen Cox. *Fruit Trees and Bushes*. One of the nation's favorites and so easy to grow, from <http://www.suttons.co.uk>
25. Saito, A., Fukasawa, A., Megumi, A., Sato, T. & Suzuki, M. (2007). Self-compatibility of 3 apple cultivars and identification of S-allele genotypes in their self-pollinated progenies. *Horticultural Research*, 6 (1), 27-32.
26. Soltész, M. (1997). The location of varieties in apple orchards. *Acta Horticulturae*, 437, 441-444.
27. Spiegel-Roy, P. & F.H. Alston. (1982). Pollination requirements of new apple cultivars. *Journal Horticulturae Science*, 57, 145-150.
28. Swensen, T. (2007). Self Fertile Apples. Self-fertile and partially self fertile apple varieties. *Home Orchard Society*, from <http://www.homeorchardsociety.org>.
29. Van Nerum, I., Geerts, M., Van Haute, A., Keulemans, J. & Broothaerts, W. (2001). Re-examination of the self-incompatibility genotype of apple cultivars containing putative 'new' S-alleles. *Theoretical and Applied Genetics*, 103 (4), 584-591.
30. Van Nerum, I., Incerti, F., Keulemans, J. & Broothaerts, W. (2000). Analysis of self-fertility in transgenic apple lines transformed with an s-allele either in sense or antisense direction. *Acta Horticulturae*, 538, 625-629.
31. Westwood, N. (1998). *Temperate-zone pomology*. Translated by: Rasulzadegan I., University of Sanaati Isfahan publisher. 759 pages. (In Farsi).