مقاله پژوهشی

ارزیابی پیشرفته فنو-مرفو-پومولوژی ۲۴۶ ژنوتیپ ناتنی سیب برای انتخاب ارقام بسیار زودرس و زودرس

حمیده صدری[۱]، حسن حاج نجاری[۲]*، مهرشاد زین‌العابدینی[۳] و نوشین کاظمی[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۱۹- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۸/۲۵)

چکیده

به منظور تولید ارقام زودرس، ارزیابی فنولوژی گلدهی ۲۴۶ نژادگان دورگ‌ناتنی سیب انجام شد. بدلیل افزایش نابهنگام دما در نیمه اسفند ۱۳۹۷ و وقوع سرما در بهار ۱۳۹۸، نتاج از لحاظ تحمل به سرمای بهاره نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند. طی سال باغی ۱۳۹۹-۱۳۹۸، صفات فنولوژی گلدهی و زمان رسیدن، طول دوره و تراکم گلدهی، درصد میوه‌چه و باردهی، ویژگی‌های میوه‌شناسی و آزمون حسی نتاج پربارده سیب یادداشت گردید. در سال ۱۳۹۸، با ارزیابی داده‌های تراکم گلدهی ۲۴۶ ژنوتیپ، تعداد ۱۲۶ نتاج در گروه تراکم‌گلدهی ۱۰۰-۵۰٪ رده‌بندی شدند. بین ژنوتیپ ها از لحاظ صفات زایشی تعداد گل و میوه در شاخه اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ مشاهده شد. کوتاه‌ترین و بلندترین طول دوره‌گلدهی به ترتیب معادل ۷ روز در ۳۷ دورگ و ۲۴ روز فقط در L5G11 و L9G10 ثبت گردید. در سال ۱۳۹۹، تعداد ۸۰ ژنوتیپ با تراکم‌گلدهی ۱۰۰-۸۰٪، انتخاب شدند و در شش شاخه گلده از هر درخت تعداد گل‌آذین، میوه‌چه و میوه به ترتیب طی مراحل چهار مرحله رشد و نموی شمارش شد. در آزمون حسی، ۱۸ نتاج دارای بالاترین قابلیت‌پذیرش بودند. نژادگان زود متوسط رس L7G8 با ۶۹/۵ میلی متر قطر و ۱۲۵ گرم وزن، بیشترین قطر و وزن را داشت. ژنوتیپ های فوق زودرس خردادی (L9G19 و L2G17) و بسیار زودرس اوائل تیرماه (L1G28 و L4G21) به علاوه تعدادی از نتاج خردادی متحمل به سرمای بهاره، زودتر از گلاب کهنز قابل برداشت بودند. نتایج همبستگی‌های سه بعدی بین قطر، وزن و زمان رسیدن نشان داد با افزایش قطر و وزن، درصد میوه بندی کاهش یافت.

کلمات کلیدی: بسیار زودرس، به‌نژادی، زودرس، سیب، عملکرد

۱- دانشجوی دکتری، بیوتکنولوژی و ژنتیک مولکولی محصولات باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ابهر، ایران.

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

۳- دانشیار، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران (کرج)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران.

۴- کارشناس محقق پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران.

* پست الکترونیک: hajnajarih@gmail.com

مقدمه

با وجود گسترش تحقیقات ژنومیکس[1] و شناسایی جایگاه ژنی[2] صفات و دستکاری ژنتیک، کماکان روش کلاسیک رایج ترین روش به‌نژادی در سطح جهانی برای تولید ارقام و اصلاح پایه‌های رویشی یا بذری درختان میوه می‌باشد. در مجموع، روش‌کلاسیک مبتنی بر ارزیابی ژرم‌پلاسم، انتخاب والدین، دورگ‌گیری، غربال‌های متوالی حسب هدف اصلی و اهداف فرعی و گزینش نتاج برتر در برنامه به‌نژادی می‌باشد. جمع آوری دانهال‌های تصادفی[3] در باغ‌های سنتی و مخروبه و نیز پوشش‌های گیاهی جنگلی از دیگر روش‌های رایج است. تنوع موجود در ذخائر ژنتیک مستقر در کلکسیون‌های ارقام برای به‌نژادی با اهداف مختلف عملکردی، فرم درخت، تحمل به تنش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در نیوزیلند، به نژادگران پس از جمع‌آوری جمعیت‌های بذور گرده‌افشانی آزاد از بانک‌های ژن بومی و دیگر کشورها با هدف گزینش نتاج سازگار به سه ریزاقلیم مختلف اقدام به بررسی واریانس ژنتیک و محیطی نمودند. آنان طی دو سال با ارزیابی کیفیت میوه‌های دو گروه ۱۱۲۲۲ و ۱۵۵۲، دانهال ناتنی بارور بومی و وارداتی نتیجه گرفتند، برخی نژادگان‌ها فقط در شرایط محیطی بسیار خاص قادر به تولید محصول با کیفیت مطلوب هستند. بررسی جمعیت‌های انبوه نتاج ناتنی نشان داد اثر متقابل جمعیت × اقلیم نسبت به ژنوتیپ × محیط نتیجه بخش‌تر است (آلسپاچ و اوراگوزیه[4]، ۲۰۰۲). دورگ‌گیری‌های مکرر بین گونه‌ای به روش میتچورین[5] با ویژگی انتخاب گونه‌هایی با منشا جغرافیایی بسیار دور و متحمل به سرما از سیبری با میوه‌های کوچک رینت[6] در مؤسسه تحقیقاتی منطقه آلتای انجام شد. اولین نتاج دارای میوه‌های با وزن کم ۱۲-۷ گرم و قابلیت پذیرش پایین بودند. علی‌رغم افزایش وزن میوه نتاج حاصل از والدین با میوه درشت‌تر تا ۳۰-۱۵ گرم به سرما حساس بودند. نتاج تلاقی‌های بین گونه‌ای *M.Pallasiana*×*M.domestica* با میوه‌های بزرگ غالبا متوسط‌رس یا دیررس بودند. به نژادگران ۱۱ رقم از ۴۹ رقم تولید شده را ثبت نمودند و ۳۲ رقم امیدبخش را زیر آزمایشات سازگاری منطقه‌ای قرار دادند (کورنینکو[7]، ۱۹۸۷). فرآیند به‌نژادی با انتخاب والدهای زودرس مانند آنیزوف[8]، آیدارد[9]، لوبو[10]، اسپارتان[11]، نووایا[12] و آنتونوفکا[13] سرعت داده شد. نهال‌های پیش‌گزینی شده بر پایه‌های رویشی پاکوتاه در سال دوم به گل و میوه رفتند. پیوند نتاج به منظور زودباردهی بر پایه پاکوتاه بی۹۶[14] از سری پایه‌های بوداگوفسکی[15] نسبت به پایه ۱م-۲۷ برتری نشان داد. به این ترتیب با کاهش ۳ تا ۳/۵ ساله دوره جوانی انتخاب نتاج برتر سیب سرعت یافت. در یک روش دیگر با پیوند تا ۵۰ هیبرید بر یک درخت پررشد امکان ارزیابی همزمان نتاج فراهم گردید (کازاکوف و کیچینا[16]، ۱۹۸۷). طی دو دهه ۱۳۸۰-۱۳۹۰، برنامه جمع‌آوری و ارزیابی ژرم‌پلاسم گروهی از محصولات میوه‌های معتدله از جمله سیب توسط پژوهشگران باغبانی پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری کشور صورت گرفت. در یک ارزیابی دیگر، ۱۲ رقم بومی سیب خراسان شامل تربتی، خوجه‌حصار، اوغازشیروان، علیموری دوم، سیاه‌کمپوتی، خوجه‌تربت، اربابی‌بجنورد، شیخ احمد تبریز، مربایی‌مشهد، عباسی، شیخ‌امیری و گلمکانی را با استفاده از دستورالعمل ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری[17]، مورد ارزیابی قرار دادند. ارقام گلمکانی با ۱۸۱/۶۷ و مربایی با ۷/۱ گرم وزن به‌ترتیب بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین اندازه میوه را به خود اختصاص دادند (مختاریان و همکاران، ۱۳۹۵). خصوصیات شش نژادگان سیب گوشت قرمز بومی (*Malus pumila* Mill. syn. *Malus*×*domestica* Borkh.) به همراه سه ژنوتیپ شناسایی شده از اطراف شهرستان شاهرود توسط (دامیار[18] و همکاران، ۲۰۰۷) از نظر صفات ریخت شناسی[19]، میوه‌شناسی[20]، خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه و چشایی مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج حاصله، ژنوتیپ

1. Genomix
2. Locus
3. Chance seedlings
4. Alspach and Oraguzie
5. Mitchurin
6. Reinette
7. Kornienko
8. Anyzove
9. Idared
10. Lobo
11. Spartan
12. Novaya
13. Antonovka
14. B396
15. Budagovskij
16. Kazakov and Kichina
17. DUS
18. Damyar
19. Morphology
20. Pomology

SH-10 با میانگین وزن ۸۹/۰۶ گرم، ۵/۳۳ سانتی‌متر طول و ۶/۱۸ سانتی‌متر قطر میوه بیشترین بیان ژنی صفات و ژنوتیپ B_3 با ۱۹/۴۹ گرم وزن، ۳/۱۲ سانتی‌متر طول و ۲/۶ سانتی‌متر قطر میوه کمینه صفات را در برداشتند. بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، H-R و B-R به عنوان سیب‌های تابستانه دارای ظرفیت بالای تازه خوری و مناسب برای تولید آب‌میوه گزارش شدند. برنامه بهنژادی به روش کلاسیک با تعیین و تعریف مشخصات والدها در قالب ۸۰ ترکیب تلاقی با هدف تولید ارقام زود-متوسطرس با شروع دورگ‌گیری‌ها در سال ۱۳۸۲ در کرج کلید زده شد. وجود کلکسیون غنی از ۹۳ رقم تجاری سیب شرایط مطلوبی برای انتخاب والدین ایجاد کرد. به این ترتیب در اولین پلکان از برنامه به‌نژادی ۷۲۰ دانهال از نتاج تنی[1] و ناتنی[2] سیب با بهره‌گیری از نشانگرهای مرفولوژیک[3] انتخاب و در اولین باغ هیبرید[4] مستقر شدند (حاج‌نجاری[5]، ۲۰۱۰). باغ هیبرید در مراحل اولیه و یا میانی برنامه به‌نژادی با هدف گزینش برترین نتاج از نظر عملکردی، اندازه میوه، صفات میوه‌شناسی و آزمون حسی با بالاترین قابلیت پذیرش کلی صورت احداث می‌شود. در بررسی سطوح همبستگی صفات پدیدشناختی[6] رشدی، زایشی و عملکردی ۵۶۰ نتاج بارده تنی و ناتنی باقی‌مانده واقع در ایستگاه تحقیقات مشکین‌آباد کرج به همبستگی مستقیم بین زمان رسیدن و صفت‌های تغییر رنگ و میزان ریزش میوه به‌ترتیب در سطح ۱ و ۵ درصد اشاره شد (حاج‌نجاری و همکاران، ۲۰۱۹). طی آزمایش مقایسه ارقام، زمان رسیدن میوه و صفات کیفی ۱۲ رقم سیب بومی و وارداتی بر پایه MM111 مستقر در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کهریز ارومیه بررسی شد. میوه ارقام ردلیشز و محلی شیخی به‌ترتیب با ۲۳۶۷/۰۷ و ۶۳/۲۸ گرم بیشترین و کمترین وزن را داشتند. بیشترین سفتی بافت (۹/۸-۱۷/۶۷ Kg/cm^2) در ارقام فوجی، گلاب کرمانشاه، رد دلیشز و گلدن‌دلیشز مشاهده شد (رضایی و همکاران، ۱۳۹۵). باغ هیبرید مجموعه‌ای از نتاج انتخابی تنی یا ناتنی به‌دست آمده از ترکیب‌های تلاقی کنترل شده و آزاد است که غربال‌های سخت و سنگین از جمله نشانگرهای مرفولوژیک به تنهایی و یا در تلفیق با نشانگرهای ملکولی را پشت سر گذاشته‌اند در حالی که هزاران دانهال دیگر حذف شده‌اند. کارآیی بالای نشانگرهای مرفولوژیک در پیش‌بینی نتاج زودرس بین ۷۰۰۰ دانهال تنی و ناتنی در مرحله نونهالی به اثبات رسید. کارآیی این نشانگرها برای صفت زودرسی به قدری بالاست که تعدادی از نتاج زودباردهٔ[7] در سن یک تا دو سالگی حین عملیات غربال در خزانه به گل رفتند (حاج‌نجاری و همکاران، ۲۰۱۹). در صورت وجود خانواده‌های با جمعیت بالا از نتاج انتخابی حاصل از والدهای زودرس، آنالیز داده‌های فنولوژی گلدهی و زمان رسیدن نتاج از دیدگاه ژنتیک کاربردی حائز اهمیت است. تفکیک نتاج بسیار دیرگلده، دیرگلده و استخراج زیرگروه نتاج زودرس در کلاس‌های خیلی زودرس و زودرس از دیگر مزایای باغ هیبرید است. دوره گلدهی بلند برای ارقام گرده‌زا صفت خوبی برای یک گرده افشانی مطمئن تلقی می‌شود، در حالی که دوره گلدهی کوتاه برای ارقام اصلی به عنوان یکی از ساز و کارهای فرار از سرمای بهاره گزارش شده است (اکر و حاج‌نجاری[8]، ۲۰۰۶). ترکیب-های تلاقی میانگین زمان رسیدن نتاج دو هفته زودتر از میانگین زمان رسیدن والدهای متوسطرس بوده است. با حذف والدهای دیررس و خیلی دیررس در ترکیب‌های تلاقی، میانگین زمان رسیدن نتاج حاصل از والدهای متوسطرس دو ماه زودرس‌تر از میانگین والدین گزارش شده است (تانکرد[9] و همکاران، ۱۹۹۵). از بین ۶۱۵ دانهال نسل اولی ناتنی یا حاصل از گرده‌افشانی آزاد 'رویال‌گالا'، رقم زودرس کین یانگ[10] با کیفیت بالا شیرین، آبدار به وزن ۱۹۸ گرم معرفی شد. بر اساس برنامه این رقم جایگزین ارقام رایج رویال‌گالا و هیاکسیا[11] در استان‌های مهم پرورش سیب چین خواهد شد (گائو[12] و همکاران، ۲۰۱۱). در پلکان دوم از برنامه به‌نژادی، انتخاب والدین با مطالعه وراثت‌پذیری[13] صفت زودرسی در

1. Full-sib
2. Half-sib
3. Morphological markers
4. Hybrid orchard
5. Hajnajari
6. Phenology
7. Precoscious
8. Eccher and Hajnajari
9. Tancred
10. Qinyang
11. Huaxia
12. Gao
13. Heritability

۵۲۰ نتاج ۱۳ ساله بارور زودرس-متوسطرس در باغ هیبرید احداث شده در پلکان اول و والدهای آنان در کلکسیون ملی ارقام تجاری بومی و وارداتی صورت گرفت. نتایج نشان داد چهار رقم والد مادری بومی حیدرزاده، شیخ‌احمد، سلطانی شبستر، اردبیل۱ و دو والد مادری وارداتی گالا و گلدن‌اسپور دارای بالاترین ارزش وراثت‌پذیری برای صفت زودرسی هستند. پس از تهیه و کشت بذور ناتنی تعداد ۵۰۰۰ دانهال با استفاده از نشانگرهای مرفولوژیک برای صفت زودرسی در مرحله نونهالی از بین شش خانواده، ۳۳۰ نتاج کلاس ۱ و ۲، هر ژنوتیپ یک درخت، گزینش شدند و به صورت تک درخت بدون تکرار در باغ هیبرید دوم واقع در ایستگاه تحقیقات مشکین‌آباد کرج کشت شدند. در این تحقیق ۲۴۶ نتاج ناتنی ۷ تا ۹ ساله سیب مستقر در دومین باغ هیبرید با هدف تولید ارقام خیلی زودرس و زودرس سیب با ارزش افزوده بالا، صرفه‌جویی در مصرف آب در مناطق سیب‌کاری، و تأمین بازار نوبرانه تازه‌خوری در اواخر بهار و اوائل تابستان و جلوگیری از واردات سیب اجرا شده است.

مواد و روش‌ها

درختان نتاج بارده ۹-۷ ساله سیب باغ هیبرید دوم در ایستگاه تحقیقات باغبانی مشکین‌آباد پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری در کرج مستقر می باشند. درختان تک ژنوتیپ، فرم تربیت دوکی در فواصل کاشت ۴×۳ متر روی ریشه خود در شرایط آبیاری قطره‌ای مستقر شدند. در این تحقیق، طی سه سال (۹۹-۹۷)، ارزیابی‌های مختلف بر فنولوژی گلدهی و زمان رسیدن، تراکم‌گلدهی، درصد تشکیل میوه[1] و باردهی، میوه‌شناسی و آزمون حسی صورت پذیرفت. در فرایند به‌نژادی گروه دوم برای تولید ارقام زودرس مطالعات باغی و آزمایشگاهی ۲۴۶ نژادگان باقی‌مانده در دومین باغ هیبرید سیب با هدف گزینش برترین نتاج زیر غربال‌های متوالی کمی و کیفی قرار گرفتند. افزایش دما در اواسط اسفند ۱۳۹۷، موجب زودگلدهی نتاج گردید. با وقوع تنش سرمای بهاره بسیار شدید در فروردین سال ۱۳۹۸، اقدام به رکوردگیری از تراکم‌گلدهی، فنولوژی گلدهی، درصد باردهی در مرحله میوه‌چه و زمان رسیدن گردید. سطح باردهی در دامنه‌های پلکانی از سطح کمینه (صفر) تا بیشینه (۱۰۰)، بسته به زمان رسیدن نتاج در طول فصل از اواسط خرداد تا اواخر مرداد در باغ ادامه یافت. با در نظر گرفتن ارقام فوق زودرس و خیلی زودرس فنولوژی زمان رسیدن بر اساس توصیف‌گر و دستور العمل تغییر یافته آزمون تمایز، یکنواختی و پایداری سیب در ۱۰ کلاس رسیدگی گروه‌بندی شدند. آزمایشات میوه‌شناسی و آزمون‌حسی[2] صرفا بر نتاج انتخابی متحمل با بالاترین عملکرد صورت گرفت. از هر درخت با درصد باردهی خوب تا عالی در مرحله زمان رسیدن نمونه‌های میوه جمع‌آوری و ۳۴ صفت مختلف ظاهری، به علاوه صفات بیوشیمیایی شامل سطح اسیدیته، اسیدیته قابل تیتراسیون و مواد جامد محلول توسط دستگاه انکسارسنج[3] مدل ATAGO ساخت توکیو، سفتی بافت[4] توسط دستگاه سفتی‌سنج[5] مدل EFFEGI ساخت چین در آزمایشگاه پس از برداشت پژوهشکده اندازه‌گیری شد. در پایان فصل رشد، قدرت رشد درختان[6] نتاج موجود در باغ هیبرید، مورد مطالعه قرار گرفت. سال ۱۳۹۹، بررسی‌های فنولوژی گلدهی شامل شروع، تمام‌گل و پایان گلدهی به صورت روزانه، مشابه سال‌های قبل صورت گرفت. به‌منظور برآورد توانایی باردهی[7] در آغاز فصل رویشی صفت تراکم گلدهی به‌عنوان اولین مولفه زیستی عملکردی در مرحله تمام‌گل ارزیابی شد و کل نتاج باغ هیبرید در ده کلاس تراکمی رده‌بندی شدند. در مرحله تمام گل[8]، ۸۰ نتاج در دو رده بالاترین تراکم‌گلدهی (۹۰-۸۰٪) انتخاب شدند. پس از انتخاب و اتیکت‌زنی شش شاخه گل‌دهنده در درخت در مرحله تمام‌گل، در اولین مرحله (FS1) از تعیین درصد تشکیل میوه، اقدام به شمارش تعداد گل‌آذین در شش شاخه گل دهنده هر تک درخت از هیبریدهای ناتنی گردید. داده‌های مربوط به تعداد گل‌آذین و شماره شاخه روی اتیکت قید و یادداشت‌برداری شد. در مرحله دوم (FS2)، ده روز پس از

1. Fruit set percent
2. Sensorial analyzes
3. Refractmeter
4. Flesh firmness
5. Penetrometer
6. Tree vigor
7. Crop efficiency
8. Full bloom

پایان گلدهی شمارش میوه‌چه‌ها[1] انجام پذیرفت. مرحله سوم (FS3) در پایان مرحله ریزش خرداد[2] با توجه به سطوح متفاوت زودرسی نتاج، شمارش میوه‌ها روی شش شاخه انتخابی روزانه ادامه یافت. مرحله چهارم (FS4) یا بلوغ فیزیولوژیک[3]، بسته به زمان رسیدن از نظر تغییر رنگ‌رویی پوست میوه، رنگ بذر و مقاومت به‌کنده‌شدن نتاج آخرین یادداشت‌برداری از تعداد میوه باقی‌مانده در شاخه به صورت تدریجی در طول فصل رویشی صورت گرفت. تمامی ۸۰ نتاج ناتنی از نظر درصد میوه‌بندی گروه‌بندی شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی صورت گرفت. تجزیه واریانس و مقایسات میانگین به روش دانکن با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS انجام شد. طی دو غربال بعدی آزمایشات میوه‌شناسی و آزمون حسی صورت گرفت. در بین نتاج با بالاترین سطوح عملکردی، ۱۸هیبرید ناتنی با اندازه میوه مطلوب و مجموع بالاترین کیفیت از ویژگی‌های حسی تحت عنوان قابلیت‌پذیرش کلی گزینش نهایی شدند. نتاج انتخابی به منظور انجام آزمایشات سازگاری منطقه‌ای بر پایه-های رویشی تکثیر شدند.

نتایج و بحث

در سال ۱۳۹۸، نتایج مطالعات منجر به رده‌بندی ژنوتیپ‌های ناتنی در ۱۲ زیر گروه مختلف شد که توزیع نتاج به شکل زیر بود: ۱) بسیار مقاوم با ۱۰۰٪ باردهی (دو ژنوتیپ)، ۲) مقاومت بالا با ۹۵٪ باردهی (چهار ژنوتیپ)، ۳) مقاوم با ۹۰٪ باردهی (هشت ژنوتیپ)، ۴) مقاومت خوب با ۸۵٪ باردهی (یک ژنوتیپ)، ۵) بسیار متحمل با ۸۰٪ باردهی (۲۲ژنوتیپ)، ۶) متحمل با ۷۰٪ باردهی (۲۱ ژنوتیپ)، ۷) تحمل خوب با ۶۰٪ باردهی (۲۶ ژنوتیپ)، ۸) نیمه‌حساس با ۵۰٪ باردهی (۱۹ ژنوتیپ)، ۹) حساس با ۴۰٪ باردهی (۲۱ ژنوتیپ)، ۱۰) حساسیت بالا با ۳۰٪ باردهی (۲۳ ژنوتیپ)، ۱۱) بسیارحساس با ۲۰٪ باردهی (۲۵ ژنوتیپ)، ۱۲) حساسیت شدید با ۱۰-۵٪ باردهی (۳۳ ژنوتیپ) گردید (جدول ۱).

رده‌بندی ۲۴۶ ژنوتیپ ناتنی سیب از نظر صفت عملکردی تراکم‌گلدهی

نتایج مطالعات حاصل از داده‌های میدانی بر صفت تراکم گلدهی ۲۴۶ ژنوتیپ ناتنی بارده سیب از نظر عملکردی در سال ۱۳۹۹ منجر به رده‌بندی آنان در دو گروه کلان عملکردی در قالب دو دامنه ۴۹-۱٪ و ۱۰۰-۵۰٪ گردید. هر یک از دو گروه به چندین زیرگروه در دامنه‌های مدرج تفکیک شدند. نتایج نشان داد گروه اول عملکردی با تراکم گلدهی ضعیف و کمینه ۴۹-۱٪ دربرگیرنده ۱۲۰ نتاج است. بر اساس رده‌بندی انجام شده، نتاج به شکل زیر توزیع شدند: تعداد ۵۲ ژنوتیپ: ۱۰-۱٪ ضعیف‌ترین تراکم گلدهی، ۱۶ ژنوتیپ: ۲۰-۱۱٪، ۱۶ ژنوتیپ: ۳۰-۲۱٪، ۱۸ ژنوتیپ: ۴۰-۳۱٪ و ۱۷ ژنوتیپ: ۴۹-۲۱٪ را به نمایش گذاشتند. در دومین گروه کلان عملکردی ۱۲۶ نتاج دارای تراکم‌گلدهی در دامنه پرگل و بهینه ۱۰۰-۵۰٪ وجود داشتند که در پنج زیرگروه به شکل زیر توزیع شدند (جدول۲). ۲۲ ژنوتیپ: ۶۰-۵۰٪، ۱۹ ژنوتیپ: ۷۰-۶۱٪، ۳۲ ژنوتیپ: ۸۰-۷۱٪، ۳۳ ژنوتیپ:۹۰-۸۱٪ و ۲۰ ژنوتیپ: ۱۰۰-۹۱٪ را به نمایش گذاشتند (جدول۲). صفت زایشی تراکم‌گلدهی نخستین نشانگر فنوتیپی از ظرفیت عملکردی نژادگان به‌شمار می‌رود. ریزش برنامه‌ریزی شده نتیجه رقابت گل‌ها برای شیره گیاهی منجر به تنک طبیعی می‌شود. رقابت، بین پنج گل تشکیل دهنده گل‌آذین به وقوع می‌پیوندد که به‌دلیل چیرگی گل اصلی موسوم به شاه‌گل و حداکثر دو گل در گل‌آذین میوه تشکیل می‌دهند. از سوی دیگر رقابت بین گل‌های موجود روی شاخه‌های گل‌دهنده در سطح فراگیر با شدت بیشتری واقع می‌شود. گل‌های شاخه-های رو به آفتاب در بخش بیرونی تاج و آن تعداد از گل‌های رشد یافته روی شاخه‌های قوی‌تر با قطر بیشتر نسبت به شاخه‌های ضعیفتر از قدرت رقابتی بالاتری برخوردارند. در صورت هرس و تربیت صحیح، شاخه‌های توزیع شده با فاصله مناسب روی محور اصلی، قدرت رقابت شاخه‌ها کاهش می‌یابد و ظرفیت گلدهی به دلیل توزیع متعادل شیره پرورده به سطح مطلوب نزدیک‌تر می‌شود. در این شرایط میوه از نظر رنگ و اندازه به سطح بهینه نزدیک می‌شود. هرچند ریزش گل در تمام نتاج با تراکم‌های مختلف گلدهی در شدت‌های کم تا زیاد وجود دارد ولی این اصل به قوت خود باقی است که احتمال

1. Fruitlets
2. June drop
3. Physiological maturity

جدول ۱- رده بندی نتاج سیب در ۱۲ گروه بسیار مقاوم به سرمای بهاره تا به شدت حساس سال ۱۳۹۸

والد مادری	عملکرد ٪	تعداد نتاج	گروه بندی نتاج	سطح تحمل به سرما
ShAh	۱۰۰	۲	L8G16Y L2G18Y	مقاومت خیلی بالا
SoltSh, ShAh, HdZd	۹۵	۴	L5G10Y, L5G18Y L5G11Y, L8G14Y	مقاومت بالا
ShAh	۹۰	۸	L2G21Y, L3G20Y, L3G24Y, L3G28Y, L3G29Y, L10G18Y, L9G21Y, L6G22	تحمل خوب
ShAh	۸۵	۱	L7G24Y	تحمل متوسط
HdZd, ShAh, Ga	۸۰	۲۲	L1G13Y, L1G15Y, L2G9Y, L2G19Y, L2G20Y, L3G6Y, L3G14Y, L3G22Y, L4G20Y, L4G26Y, L4G27Y, L5G12Y, L5G15Y, L6G19Y, L6G23Y, L6G26Y, L7G16Y, L8G23Y, L9G1Y, L9G19Y, L9G31Y, L10G18Y	تحمل بالا
ShAh, HdZd, SoltSh	۷۰	۲۱	L1G21Y, L1G28Y, L2G12Y, L3G21Y, L3G25Y, L3G30Y L5G5Y, L5G6Y, L5G19Y, L5G26Y, L5G20Y, L6G15Y, L6G28Y, L6G30Y, L8G11Y, L8G18Y, L9G4Y, L9G9Y, L10G14Y, L10G19Y, L10G24Y	تحمل نرمال
GS, HdZd, ShAh, SoltSh, Ar	۶۰	۲۶	L1G3Y, L2G14, L2G28Y, L3G9Y, L4G24Y, L4G21Y, L4G12Y, L5G13Y, L5G22Y, L6G8Y, L6G13Y, L7G6Y, L7G10Y, L7G14Y, L7G19Y, L7G25Y, L7G30Y, L8G9Y, L8G22Y, L8G31Y, L9G3Y, L9G16Y, L9G24Y, L9G27Y, L10G26Y, L10G32Y	نیمه متحمل
HdZd, ShAh, Ga, SoltSh	۵۰	۱۹	L1G12Y, L2G15Y, L2G24Y, L3G11Y, L4G22Y, L4G18Y, L4G5Y, L6G5Y, L6G11Y, L6G12Y, L6G14Y, L7G9Y, L8G19Y, L8G25Y, L8G28Y, L9G2Y, L9G10Y, L10G23Y, L10G27Y	نیمه حساس
ShAh, SoltSh, HdZd	۴۰	۲۱	L1G19Y, L2G17Y, L3G19Y, L4G29Y, L5G2Y, L5G21Y, L5G24Y, L5G28Y, L6G27Y, L7G18Y, L7G20Y, L7G29Y, L8G4Y, L8G26Y, L8G27Y, L9G12Y, L9G26Y, L9G28Y, L10G31Y, L10G11Y, L10G7Y	حساس
ShAh, SoltSh, Ar, HdZd	۳۰	۲۳	L2G25Y, L2G29Y, L1G18Y, L3G15Y, L4G16Y, L5G4Y, L5G9Y, L5G16Y, L5G27Y, L5G25Y, L5G17Y, L6G17Y, L6G21Y, L7G4Y, L7G27Y, L7G28Y, L8G15Y, L8G17Y, L9G22Y, L9G13Y, L9G17Y, L9G20Y, L9G6Y	خیلی حساس
ShAh, HdZd, SoltSh	۲۰	۲۵	L1G29Y, L2G30Y, L3G10Y, L3G13Y, L3G16Y, L3G23Y, L4G14Y, L4G17Y, L5G29Y, L6G3Y, L6G4Y, L6G16Y, L6G20Y, L6G24Y, L6G29Y, L7G22Y, L7G26Y, L7G29Y, L7G31Y, L8G8Y, L8G30Y, L9G15Y, L9G18Y, L9G25Y, L10G29Y	حساسیت بالا
GS, HdZd, ShAh, Ga, SoltSh	۱۰-۵	۳۳	L1G9Y, L1G14Y, L1G17Y, L2G13Y, L2G16Y, L2G22Y, L2G26Y, L3G7Y, L3G17Y, L3G26Y, L3G27Y, L4G9Y, L5G7Y, L6G9Y, L6G18Y, L7G1Y, L7G2Y, L7G11Y L7G12Y, L7G21Y, L7G23Y, L8G7Y, L8G20Y, L8G21Y, L9G14Y, L9G29Y, L9G30Y, L10G8Y, L10G13Y, L10G20Y, L10G21Y, L10G22Y, L10G30Y	حساسیت خیلی بالا

معرفی علایم اختصاری ارقام والد: حیدرزاده HdZd، شیخ‌احمد ShAh، سلطانی شبستر SoltSh، اردبیل۱Ar، گالا Ga و گلدن‌اسپورGS

درصد تشکیل میوه بالاتر همواره نتاج با تراکم گلدهی بالا بیشتر است. با توجه به این که برای تشکیل میوه مناسب و عملکرد قابل قبول تلقیح ۳ تا ۷٪ از گل‌ها کافی است می‌توان اظهار داشت همه نتاج ژنوتیپ با عملکرد گلدهی متوسط نیز مشروط به برخوداری از اندازه میوه مناسب و قابلیت‌پذیرش خوب در فرآیند به‌نژادی به راحتی قابل حذف شدن نمی‌باشند. دیگران نیز میزان همپوشانی ضروری دوره گلدهی رقم گرده‌زا با رقم اصلی در سیب را برابر ۲ تا ۸٪ ذکر کرده‌اند (کراسولر[1] و همکاران، ۲۰۰۵).

رده بندی نتاج سیب از نظر صفت طول دوره گلدهی در سال ۱۳۹۹

نتایج تحقیقات فنولوژی گلدهی ۲۳۷ نتاج ناتنی مستقر در باغ هیبرید سیب نشان داد بین نتاج سیب از نظر صفت طول دوره گلدهی اختلاف معنی‌دار وجود دارد. در اثر اختلاف سطح بیان ژن برای این صفت، ۲۳۷ نژادگان به ۱۴ زیرگروه تفکیک

1. Crassweller

جدول ۲- رده‌بندی ۲۴۶ ژنوتیپ ناتنی بارده سیب از نظر صفت تراکم‌گلدهی سال ۱۳۹۹

تراکم گلدهی ٪	پراکنش	کد نژادگان	رده بندی باردهی
۱-۱۰	۵۲	L1G1, L1G9, L4G16, L4G28, L4G32, L7G17, L3G14, L6G4, L7G3, L9G11, L3G9, L4G6, L4G9, L5G8, L6G31, L7G1, L7G12, L10G24, L2G4, L2G14, L2G18, L2G19, L3G22, L3G27, L3G31, L5G9, L5G18, L5G26, L6G1, L6G3, L6G8, L6G9, L6G17, L7G6, L7G24, L8G18, L10G13, L10G14, L7G10, L1G7, L1G11, L2G12, L2G32, L5G15, L5G30, L6G2, L6G5, L6G22, L7G20, L9G16, L9G26, L10G9,	گروه اول ٪۱-۴۹ ۱۲۰ نژادگان در پنج زیرگروه
۱۱-۲۰	۱۶	L1G13, L1G15, L1G29, L2G3, L2G17, L3G20, L4G18, L5G20, L6G20, L8G29, L1G22, L2G25, L3G4, L3G25, L4G12, L10G7	
۲۱-۳۰	۱۷	L3G28, L6G14, L6G19, L8G23, L10G12, L10G26, L1G2, L1G21, L2G13, L3G26, L4G11, L4G26, L7G9, L7G11, L7G14, L8G6, L10G8	
۳۱-۴۰	۱۸	L1G23, L5G29, L9G9, L9G18, L10G15, L1G18, L3G17, L4G27, L4G29, L5G4, L5G10, L5G11, L7G2, L7G31, L8G14, L8G27, L9G25, L10G23	
۴۱-۴۹	۱۷	L2G29, L3G10, L4G8, L4G15, L4G19, L4G20, L5G3, L6G15, L7G7, L8G2, L8G15, L9G3, L9G14, L9G17, L10G2, L10G20, L10G22	
۵۰-۶۰	۲۲	L3G13, L5G5, L5G12, L5G21, L7G25, L8G5, L8G24, L8G25, L9G13, L10G29, L1G16, L2G9, L5G17, L8G19, L9G27, L10G31, L1G3, L2G21, L4G25, L8G32, L10G18, L10G27	
۶۱-۷۰	۱۹	L1G14, L1G25, L2G27, L3G23, L3G30, L5G32, L6G23, L8G4, L8G20, L9G31, L10G25, L1G24, L3G18, L7G4, L7G21, L7G27, L8G7, L9G12, L10G11	
۷۱-۸۰	۳۲	L1G10, L1G17, L1G19, L2G10, L2G16, L3G24, L4G14, L5G2, L5G7, L5G16, L5G19, L6G27, L6G29, L7G8, L7G16, L7G22, L8G31, L9G20, L9G22, L9G30, L1G28, L2G15, L2G20, L2G22, L3G11, L4G22, L5G13, L5G27, L6G30, L8G8, L9G4, L9G29	گروه دوم ٪۵۰-۱۰۰ ۱۲۶ نژادگان در پنج زیرگروه
۸۱-۹۰	۳۳	L1G12, L3G15, L3G16, L4G17, L4G24, L5G24, L5G31, L6G16, L6G18, L6G28, L7G26, L8G9, L8G28, L9G10, L9G24, L10G19, L10G21, L10G32, L2G23, L2G24, L2G28, L3G19, L3G21, L4G21, L5G6, L5G22, L5G25, L7G19, L8G11, L8G30, L9G6, L9G15, L9G19,	
۹۱-۱۰۰	۲۰	L1G20, L2G26, L6G21, L6G24, L7G18, L7G23, L7G28, L7G29, L7G30, L8G16, L8G22, L8G26, L9G2, L9G21, L9G28, L2G30, L5G28, L8G21, L9G23, L10G30	

شدند. کوتاه‌ترین و بلندترین طول دوره گلدهی به ترتیب معادل ۷ روز در ۳۷ نتاج و ۲۴ روز در دو ژنوتیپ L5G11 و L9G10ثبت گردید (جدول۳). رده‌بندی نتاج از نظر صفت طول دوره گلدهی و پراکنش آنان در زیرگروه‌های مختلف به صورت صعودی به شرح زیر ثبت شد که برای دوره زمانی ۷، ۸، ۹،۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۴ روز به ترتیب تعداد ۳۷، ۳۲، ۲۰، ۳۴، ۱۲، ۲۱، ۱۲، ۲۲، ۱۴، ۱۲، ۸، ۱۱، ۱ و ۱ نتاج ثبت شده است، به این ترتیب یک دامنه وسیع بین ارزش کمینه و بیشینه برابر ۱۷ روز تفاوت از نظر صفت طول دوره گلدهی به چشم می‌خورد. بیشترین بسامد یا مد[1] در زیرگروه اول معادل ۷ روز وجود داشت (جدول۳). کاهش طول دوره‌گلدهی یکی از انواع مختلف سازو کارهای دفاعی گیاه در برابر تنش سرمای بهاره محسوب می‌شود ولی از سوی دیگر با افزایش سطح بیان این صفت وضعیت نژادگان به عنوان رقم گرده‌زای مناسب تغییر می‌یابد. نتایج نشان داد تفرق ژنتیک ایجاد شده ۲۳۷ نتاج حاصل از گرده‌افشانی آزاد منجر به انباشتگی ۱۲۳ نتاج در دوره‌های کوتاه ۷ تا ۱۰ روزه گردید. تعداد همواره کمتری از نتاج دارای دوره گلدهی بسیار بلند بودند به‌طوری‌که با افزایش طول دوره‌گلدهی بسامد نتاج حامل ژن‌های این صفت کاهش یافت. به حدی که تعداد ۶۷ نتاج دارای دوره گلدهی ۱۱ تا ۱۴ روزه، تعداد ۳۴ نتاج دارای دوره گلدهی ۱۵ تا ۱۷ روزه و در نهایت فقط ۱۳ نتاج دارای دوره گلدهی ۱۸ تا ۲۴ روزه بودند (جدول۳). سال ۱۳۹۹، تعداد ۸۰ ژنوتیپ با بالاترین تراکم گلدهی از نظر صفات عملکردی مربوط به تعداد گل بر شش شاخه گل‌دهنده انتخابی، تعداد میوه‌چه و تعداد میوه طی چهار مرحله فیزیولوژیک رشد گل و نمو میوه تا زمان رسیدن، درصد تشکیل میوه در هر یک از نتاج ژنوتیپ سیب مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. نتایج نشان داد بین نتاج ژنوتیپ در دست بررسی در هر یک از مراحل رشد از نظر تعداد گل، میوه‌چه و میوه اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۴).

1. Mode

جدول ۳- رده بندی نتاج سیب از نظر صفت طول دوره گلدهی در سال ۱۳۹۹

دوره گلدهی روز	تعداد نژادگان	کد نژادگان
≤۷	۳۷	L2G30, L4G28, L5G8, L6G4, L1G18, L2G28, L3G14, L3G22, L3G26, L1G9, L1G29, L2G18, L2G21, L2G25,L3G18, L3G19, L3G27, L3G31, L4G32, L5G30, L6G1, L6G14, L7G18 L1G11, L1G13, L1G16, L1G22, L4G16, L5G21, L6G17, L6G22, L7G3, L8G2, L8G25, L9G3, L9G27, L10G20
۸	۳۲	L1G7, L1G17, L1G19, L2G19, L2G22, L3G4, L3G20, L3G21, L4G8, L4G14, L4G15, L4G21, L4G24, L4G26, L5G16, L5G20, L5G24, L6G3, L6G8, L6G15, L6G20, L7G19, L8G15, L8G20, L8G23, L8G24, L8G27, L9G28, L10G14, L10G21, L10G27, L10G31
۹	۲۰	L1G1, L2G3, L2G15, L2G20, L2G32, L3G15, L3G24, L4G25, L5G4, L5G19, L5G29, L6G19, L6G23, L7G9, L7G25, L7G29, L9G9, L9G18, L9G20, L9G29
۱۰	۳۴	L1G2, L1G3, L1G12, L1G23, L2G4, L2G12, L2G17, L2G23, L2G27, L2G29, L3G16, L3G23 L3G30, L4G18, L5G13, L5G18, L5G27, L6G5, L6G27, L6G30, L7G1, L7G6, L7G10, L7G16, L7G20, L7G24, L7G27, L8G31, L8G32, L9G2, L9G4, L9G14, L9G19, L9G22
۱۱	۱۲	L1G15, L3G5, L3G25, L4G17, L5G12, L5G22, L6G16, L6G31, L7G31, L9G12, L10G11, L10G15,
۱۲	۲۱	L1G24, L2G9, L2G16, L2G26, L3G11, L3G17, L4G6, L4G22, L5G9, L5G15, L6G2, L6G9, L6G21, L8G8, L9G17, L9G30, L10G7, L10G22, L10G24, L10G25, L10G26
۱۳	۱۲	L1G20, L3G10, L5G2, L5G3, L7G7, L7G12, L7G14, L8G7, L8G14, L8G22, L8G29, L10G29
۱۴	۲۲	L1G10, L1G14, L1G21, L2G10, L2G13, L2G24, L3G13, L4G20, L4G29, L5G5, L5G17, L5G26, L5G28, L8G6, L8G19, L9G6, L9G13, L9G16, L9G25, L9G26, L9G31, L10G18
۱۵	۱۴	L1G25, L1G28, L2G14, L3G9, L4G12, L4G19, L5G7, L5G31, L6G28, L7G28, L8G30, L9G24, L10G12, L10G13
۱۶	۱۲	L3G28, L5G10, L5G25, L6G18, L7G21, L7G26, L8G21, L9G21, L10G2, L10G19, L10G23, L10G30
۱۷	۸	L6G29, L7G2, L7G11, L8G4, L8G9, L8G16, L9G15, L9G23,
۱۸	۱۱	L5G6, L6G24, L7G4, L7G22, L7G23, L7G30, L8G11, L8G18, L8G26, L8G28, L10G32
۱۹	۱	L9G10
۲۴	۱	L5G11

جدول ۴- آنالیز واریانس صفات عملکردی تراکم‌گلدهی و درصد میوه‌بندی طی چهار مرحله از فیزیولوژی رشد و نمو میوه نتاج سیب در سال ۱۳۹۹

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات			
		FS1	FS2	FS3	FS4
بلوک	۵	۲۱/۴۱۷۰۸ ns	۵۵/۴۲۲۱ ns	۳۲/۵۴۷۶۶ ns	۴/۹۴۸۳۳ ns
نتاج	۷۹	۲۴۷/۷۱۳۱ **	۱۳۰۲/۴۲۸ **	۸۴۹/۰۱۷۷ **	۲۹۴/۹۴۹۸ **
خطای آزمایشی	۳۹۵	۹/۹۷۲۳۶	۳۲/۰۲۰۴	۲۴/۹۲۰۲۳	۵/۱۷۱۲
ضریب تغییرات (درصد)		۲۴/۴۵۲۲۳	۲۴/۱۸۴۴۵	۲۸/۰۱۶۵۴	۲۵/۶۷۰۸۵

** *، * دارای اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ و ۵٪

رتبه‌بندی مقایسه میانگین وزن و قطر میوه نتاج

صفت قطر میوه مهم‌ترین صفت بر اساس کدکس ملی سیب[1] در انطباق با کدکس بین‌الملل ارقام تجاری سیب (حاج‌نجاری، ۲۰۱۳) و همچنین در بازار تجاری جهانی مهم‌ترین عامل در تعیین قیمت می‌باشد. بر این اساس قطر مطلوب برای ارقام دیررس و متوسط-دیررس ۶۰ میلی‌متر در نظر گرفته شده است. نتایج مقایسات میانگین قطر میوه به روش دانکن نشان داد بیشینه و کمینه صفت قطر میوه به ترتیب برابر ۶۹/۵ میلی‌متر در ژنوتیپ ناتنی L7G8 (رتبه ۱) و ۳۹ میلی‌متر در L6G30 (رتبه آخر) ثبت شد (جدول ۵). بر همین اساس رده-بندی نتاج پرمحصول برای قطر میوه به شرح زیر به دست آمد: رتبه ۱: L7G8 ۶۹/۵ میلی‌متر، رتبه ۲: ۶۶-۶۰ میلی‌متر (۷ نژادگان) که شامل نتاج L9G2، L1G10، L8G9، L2G10، L5G12، L9G13 و L2G24 می‌باشد. رتبه ۳: ۴/۵-۵۸/۵۴ میلی‌متر (۱۶ نژادگان)، رتبه ۴: ۵۴/۲-۴۹/۶ میلی‌متر (۱۶ نژادگان)، رتبه ۵: ۴۹/۴-۴۷ میلی‌متر (۱۴ نژادگان)، رتبه

1. National apple codex

۶: ۴۵/۲-۴۶ میلی‌متر (۷ نژادگان)، رتبه ۷: ۹-۴۴/۴۰ میلی متر (۸ نژادگان)، رتبه ۸: ۳۹ میلی‌متر (۱ نژادگان) (جدول ۵). اندازه، شکل و بویژه قطر سیب تحت تأثیر کنترل ژنتیک و حسب رقم متفاوت است. ارقام برابرن، گرانی‌اسمیت درشت‌تر از فوجی و گالا هستند. در حالی‌که ارقام زودرس رایج در بازارهای تازه‌خوری داخلی و همچنین در سطح خارجی به طور معمول کوچک با قطر ۵۵-۴۵ میلی‌متر و پایین‌تر هستند، دو رقم جدید زودرس معرفی‌شده شربتی با ۶۳ میلی‌متر و گل‌بهار ۵۷ میلی‌متر از قابلیت رقابت بالایی برخودارند. نتایج حاصل از پلکان دوم برنامه به‌نژادی دلالت بر تولید ۷ نژادگان درشت بین ۶۰ تا ۷۰ میلی‌متر قطر با درصد تشکیل میوه L7G8 (۱۰)، L9G2 (۵۰)، L1G10 (۴۵)، L8G9 (۶۰)، L2G10 (۴۵)، L5G12 (۸۰)، L9G13 و L2G24 (۵۰) می‌باشد. ۳۱ نژادگان امیدبخش دیگر در دو دامنه قطری ۵۹-۵۵ و ۵۴-۵۰ میلی‌متر قرار دارند ارقام در قطر کوچک‌تر از ۵۰ میلی‌متر در صورت قرار گرفتن در کلاس‌های رسیدگی فوق‌زودرس، خیلی‌زودرس و زودرس به خوبی برای بازار تازه خوری قابل استفاده هستند. علاوه بر این ارقام با اندازه کوچک‌تر ولی با قابلیت‌پذیرش بسیار خوب و عالی در آزمون حسی نیز قابلیت تجاری‌سازی بالایی خواهند داشت. بین نتاج تنوع قابل ملاحظه‌ای از نظر شکل میوه در نتاج مستقر در باغ هیبرید مشاهده شد. علی‌رغم چیرگی شکل کروی انواع شکل‌های میوه استوانه‌ای (L10G18)، تخم‌مرغی (L2G23، L6G23 و L6G29)، بیضوی (L2G12)، بشقابی تیپ هلوانجیری (L7G8)، زنگوله‌ای (L2G30 و L7G23) مخروطی (L1G28، L2G10، L5G2 ، L5G28، L1G12، L3G15، L9G21، L9G10، L10G32 و L5G12) ثبت گردید. تولید ارقام سیب با شکل میوه ویژه در میان نتاج ناتنی از اهداف فرعی به‌نژادی است. تنوع شکل میوه در کنار رنگ و اندازه یکی از عوامل موثر در افزایش بازارپسندی به‌شمار می‌رود، به این ترتیب نتاج با شکل‌های ویژه برای مثال طول زیاد میوه در نتاج استکانی، تخم‌مرغی، زنگوله‌ای و گلابی‌شکل نسبت به قطر از محدودیت قطری مندرج در کدکس سیب خارج می‌شوند و بازار ویژه خود را دارند. در این گروه از نتاج لزوما همگی میوه‌های روی درخت هم‌شکل نیستند و همواره درصدی از ناجورشکلی[1] بین میوه‌ها مشاهده می‌شود. این پدیده در رقم گلوکناپفل[2] با میوه زنگوله‌ای نیز مشاهده می‌شود (حاج‌نجاری، ۲۰۱۹). یکی از دلایل تولید نتاج با شکل‌های ویژه میوه در پلکان دوم را می‌توان به بهره‌گیری از بذور گرده‌افشانی آزاد در شرایط کلکسیون ارقام سیب برشمرد زیرا در این سیستم شرایط انتقال گرده توسط حشرات از ارقام گلوکناپفل و شیخ‌احمد به‌ترتیب با میوه‌های زنگوله‌ای و استکانی‌شکل به والدهای مادری انتخابی در پلکان دوم مرتبط می‌باشد. نتایج مقایسات میانگین به روش دانکن نشان داد بیشینه و کمینه وزن به ترتیب برابر ۱۲۵ گرم در ژنوتیپ ناتنی L7G8 (رتبه ۱) و ۲۵ گرم در L6G30 (رتبه آخر) ثبت شد (جدول ۵). ارزیابی ۲۲ ژنوتیپ سیب تفاوت‌های به نسبت زیادی از نظر وزن نشان داد. میانگین وزن نتاج ۱۱۹.۵۲ گرم بود که T97 رتبه اول با ۱۹۹/۹۴ گرم و *M. floribunda* clone 821 آخرین رتبه را با ۲۳/۹۵ گرم به خود اختصاص دادند. بر اساس روش میرسان[3] و همکاران (۲۰۲۲) رده‌بندی نتاج پرمحصول به شرح زیر ارائه می‌شود:

رتبه ۱: ۱۲۵ گرم (یک نژادگان)، رتبه ۲: ۱۱۰-۱۰۴ گرم (سه نژادگان)، رتبه ۳: ۹۲-۸۰ گرم (هفت نژادگان)، رتبه ۴: ۶۹-۷۶ گرم (نه نژادگان)، رتبه ۵: ۶۸-۶۰ گرم (هفت نژادگان)، رتبه ۶: ۵۹-۵۵ گرم (۱۱ نژادگان)، رتبه ۷: ۵۴-۵۰ گرم (شش نژادگان)، رتبه ۸: ۴۹-۴۵ گرم (۱۰ نژادگان)، رتبه ۹: ۴۰-۴۴ گرم (شش نژادگان)، رتبه ۱۰: ۳۹-۲۵ گرم (۱۰ نژادگان) (جدول ۵). وزن میوه بسته به اندازه، آبدار بودن، ضخامت پوست، طول دم‌میوه، تعداد و اندازه بذر قابل نوسان است. وزن میوه بسته به اندازه، آبدار بودن، ضخامت پوست، طول دم‌میوه، تعداد و اندازه بذر قابل نوسان است. تغییرات ذکر شده بویژه در میوه‌های درشت‌تر به خوبی خود را نشان می‌دهند. بین وزن و اندازه میوه ارقام هم شکل همبستگی مستقیم وجود دارد (شکل ۱).

نتایج روابط سه‌بعدی بین قطر میوه و درصد تشکیل میوه در مرحله رسیدگی (FS4) و وزن میوه نشان داد با افزایش قطر بر وزن میوه نیز افزوده شده است اما درصد تشکیل میوه در

1. Heteromorphy
2. Glockenapfel
3. Mureșan

جدول ۵- مقایسات میانگین صفت وزن میوه و قطر میوه نتاج سیب توسط آزمون دانکن

ردیف	نژادگان	میانگین قطر میوه میلی‌متر	قطر میوه	نژادگان	میانگین وزن میوه گرم	وزن میوه
۱	L7G8	۶۹/۴۸۷	A	L7G8	۱۲۵/۲۵۳	A
۲	L9G2	۶۵/۶۵۸	B	L9G2	۱۱۰/۲۱	B
۳	L1G10	۶۲/۱۱۹	C	L1G10	۱۰۶/۰۷۱	B
۴	L8G9	۶۱/۷۵۷	C	L8G9	۱۰۴/۱۹۲	B
۵	L2G10	۶۰/۹۲۲	CD	L9G13	۹۲/۱۳۶	C
۶	L5G12	۶۰/۸۴۹	CD	L5G12	۸۹/۵۳۹	C D
7	L9G13	۵۹/۹۱۵	CDE	L2G10	۸۵/۶۴۹	C D E
۸	L2G24	۵۹/۸۶۳	CDE	L2G24	۸۵/۰۵۱	C D E
۹	L9G10	۵۸/۳۹۵	DEF	L9G10	۸۲/۶۳۴	D E F
۱۰	L10G31	۵۷/۹۴۴	EF	L10G29	۸۱/۹۰۵	D E F
۱۱	L10G29	۵۷/۵۵۱	EFGH	L5G15	۸۰/۰۴۱	E F G
۱۲	L5G10	۵۶/۶۲۱	EFGH	L9G12	۷۶/۰۹۲	F G H
۱۳	L8G8	۵۶/۶۰۹	FGHI	L9G30	۷۵/۸۶۷	F G H
۱۴	L6G24	۵۵/۹۷۷	FGHIJ	L5G11	۷۲/۶۴۶	G H I
۱۵	L5G15	۵۵/۹۰۵	FGHIJ	L7G23	۷۲/۳۳۶	G H I J
۱۶	L5G11	۵۵/۳۴۳	GHIJK	L6G24	۷۱/۷۰۱	G H I J
۱۷	L6G28	۵۵/۰۸۸	HIJKL	L10G31	۷۱/۶۳۸	G H I J
۱۸	L9G31	۵۴/۹۶۴	HIJKL	L8G8	۷۱/۵۲۷	H I J
۱۹	L7G4	۵۴/۹۵۴	HIJKL	L2G12	۷۰/۹۲۲	H I J
۲۰	L7G23	۵۴/۸۷۹	HIJKL	L7G4	۶۹/۳۸۶	H I J K
۲۱	L10G32	۵۴/۷۸۹	HIJKL	L9G6	۶۸/۹۴۵	H I J K
۲۲	L9G29	۵۴/۶۴۸	IJKLM	L6G28	۶۷/۹۶۱	H I J K L
۲۳	L9G30	۵۴/۴۵۵	IJKLM	L5G10	۶۵/۴۹۴	I J K L M
۲۴	L5G2	۵۴/۴۵۲	IJKLM	L10G32	۶۵/۲۴۴	I J K L M
۲۵	L8G31	۵۴/۲۱۵	IJKLM	L9G29	۶۳/۹۲۷	J K L M N
۲۶	L8G11	۵۳/۵۹۸	JKLMN	L5G2	۶۳/۶۹۱	J K L M N
۲۷	L9G6	۵۳/۵۳۸	JKLMN	L8G31	۶۲/۳۷۷	K L M N O
۲۸	L2G12	۵۳/۱۰۵	KLMNO	L7G29	۵۹/۶۸۴	L M N O P
۲۹	L2G15	۵۳/۰۳۶	KLMNOP	L9G31	۵۷/۶۲۳	M N O P Q
۳۰	L7G29	۵۲/۵۳۸	LMNOPQ	L8G11	۵۷/۲۱۴	M N O P Q
۳۱	L10G25	۵۱/۹۳۹	MNOPQ	L2G15	۵۶/۹۸۶	M N O P Q R
۳۲	L5G9	۵۱/۸۳۷	MOPQR	L2G27	۵۶/۹۷۹	M N O P Q R
۳۳	L3G15	۵۱/۷۷۸	MOPQR	L4G25	۵۶/۹۳۴	M N O P Q R
۳۴	L2G27	۵۰/۹۸۱	OPQRS	L6G23	۵۶/۸۳۶	M N O P Q R
۳۵	L9G4	۵۰/۷۱۸	OPQRS	L8G14	۵۶/۸۳	M N O P Q R
۳۶	L4G25	۵۰/۳۸۶	PQRST	L3G15	۵۵/۹۲۴	N O P Q R S
۳۷	L4G17	۵۰/۲۱۷	QRST	L10G25	۵۵/۴۴۳	N O P Q R S T
۳۸	L6G23	۴۹/۸۷۶	QRST	L1G20	۵۵/۴	N O P Q R S T
۳۹	L5G5	۴۹/۶۸۹	RSTU	L9G4	۵۴/۸۳۲	O P Q R S T U
۴۰	L2G22	۴۹/۶۱۵	RSTU	L4G17	۵۲/۳۰۸	P Q R S T U V
۴۱	L8G14	۴۹/۳۴۳	RSTU	L2G22	۵۱/۹۸۴	P Q R S T U V
۴۲	L1G20	۴۹/۲۳۳	RSTU	L1G16	۵۱/۳۷۳	P Q R S T U V W
۴۳	L8G32	۴۸/۸۶۲	STUV	L5G5	۵۱/۳۲۱	P Q R S T U V W
۴۴	L6G21	۴۸/۷۷۲	STUV	L8G32	۵۰/۷۴۲	Q R S T U V W
۴۵	L10G30	۴۸/۴۵۹	STUVW	L2G30	۴۸/۸۶۸	Q R S T U V W X
۴۶	L9G21	۴۸/۴۵۱	STUVW	L4G21	۴۸/۲۵۵	R S T U V W X
۴۷	L4G24	۴۸/۴۰۶	STUVWX	L8G21	۴۸/۱۶۲	R S T U V W X
۴۸	L2G30	۴۸/۳۶۶	STUVWXY	L10G30	۴۷/۶۱۶	S T U V W X Y
۴۹	L8G21	۴۸/۲۸	STUVWXY	L2G23	۴۷/۰۸۶	T U V W X Y Z
۵۰	L6G18	۴۸/۲۲۴	STUVWXY	L5G31	۴۶/۱۸۸	U V W X Y Z
۵۱	L1G16	۴۷/۸۴۸	TUVWXYZ	L9G21	۴۶/۰۷	V W X Y Z

۵۲	L4G21	۴۷/۷۵۲	TUVWXYZ	L6G29	۴۵/۴۵۹	V W X Y Z
۵۳	L5G31	۴۷/۶۰۵	TUVWXYZA	L10G18	۴۵/۱۹۸	V W X Y Z A
۵۴	L2G23	۴۷/۰۰۴	UVWXYZA	L5G9	۴۵/۰۸	V W X Y Z A B
۵۵	L6G29	۴۶/۲۳۲	VWXYZAB	L1G19	۴۴/۸۳۵	V W X Y Z A B
۵۶	L1G12	۴۵/۹۶۹	WXYZAB	L6G18	۴۳/۷۸۵	V W X Y Z A B C
۵۷	L3G18	۴۵/۷۰۶	WXYZAB	L6G21	۴۲/۹۹۳	W X Y Z A B C
۵۸	L10G18	۴۵/۶۴۶	XYZAB	L10G11	۴۱/۲۹	X Y Z A B C
۵۹	L1G19	۴۵/۶۰۳	YZAB	L4G24	۴۰/۳	X Y Z A B C
۶۰	L10G11	۴۵/۳۸	ZAB	L1G12	۴۰/۳	X Y Z A B C
۶۱	L2G16	۴۵/۲۹۳	ZAB	L1G28	۳۹/۳۲۴	Y Z A B C
۶۲	L1G28	۴۴/۹۹۶	ABC	L2G16	۳۸/۳۴۳	Z A B C
۶۳	L9G19	۴۴/۲۷۴	BC	L8G4	۳۶/۷	A B C D
۶۴	L10G21	۴۴/۰۳۱	BC	L10G21	۳۶/۵۸۵	A B C D
۶۵	L6G27	۴۳/۷۲۶	BCD	L8G16	۳۶/۵۱	A B C D
۶۶	L8G16	۴۳/۵۲	BCD	L7G19	۳۶/۳۶۲	B C D
۶۷	L7G19	۴۲/۵۸۹	CDE	L6G27	۳۵/۹۳۷	C D
۶۸	L8G4	۴۱/۳۲۹	DEF	L9G19	۳۵/۵۷۶	C D
۶۹	L5G28	۴۰/۳۳۲	EF	L5G28	۲۸/۶۳۱	D E
۷۰	L6G30	۳۹/۰۸۹	F	L6G30	۲۵/۳۷	E

شکل ۱- ویژگی‌های ظاهری رنگ، شکل و قطر میوه ژنوتیپ‌های ناتنی سیب L8G9, L2G22, L4G21 وL8G11

زمان رسیدن افت یافته است. نتایج همبستگی پیرسون نیز نشان داد رابطه بین قطر میوه با وزن مثبت، ولی با درصد میوه‌بندی در مرحله رسیدگی منفی است (شکل۲) (جدول۶). افزایش اندازه میوه مستلزم جذب آب و املاح بیشتری است که در باغ هیبرید تنوع ۲۴۶ نتاج در اندازه میوه نیز یک فرایند گرادیانی[1] دارد که با افزایش اندازه میوه، درصد میوه‌بندی دچار کاهش می‌شود. فرایند کاملا طبیعی سطح فتوسنتز و میزان کربوهیدرات‌های تولید شده در برگ‌ها[2] و محل مصرف[3] میوه بویژه بذور درون برچه‌ها می‌باشد. کارآیی نتاج[4] به وجود نسبت متعادل بین سطح برگ کل و اندازه/وزن میوه بستگی دارد. نتاج با درصد میوه‌بندی بالا در زمان رسیدن از دو سازوکار تنک طبیعی و کاهش اندازه میوه سود می‌برند. برنامه‌های به‌نژادی تلاش بر رسیدن به محدوده‌های ممکن در تلفیق متعادل شاخص‌های کیفی اندازه میوه و کمی عملکرد در درخت نژادگان متمرکز می‌شود. بررسی‌ها و مطالعات برای گزینش نتاج برتر نشان می‌دهد دستیابی به نتاجی با قطر، وزن و عملکرد در درخت مطلوب، لزوما همراه با خصوصیات کیفی عطر، طعم، مزه، سختی بافت و قابلیت پذیرش لازم برخوردار نخواهند بود.

ضمن این که رقم‌های زودرس میزان اتیلن بالاتری نسبت به رقم‌های دیررس تولید می‌کنند و دارای عمرانباری محدودتری هستند (احمدی‌افزادی[5]، ۲۰۱۲).

نتایج تجزیه رگرسیون خطی بین صفات قطر میوه و وزن میوه نشان داد با افزایش قطر میوه بر وزن میوه نیز افزوده شده است (شکل ۳). به نظر می‌رسد این نتیجه‌گیری به آن گروه از ارقام/نتاج با شکل ویژه مانند استکانی، بشقابی و ذوزنقه‌ای نیز قابل تعمیم باشد. مشاهدات نشان داده است سیستم‌های بیولوژیک همواره از یک فرایند مطلق و قابل تعمیم گریزان

1. Gradient trend
2. Source
3. Sink
4. Progeny performance
5. Ahmadi Afzadi

جدول ۶- آنالیز همبستگی پیرسون بین صفات فنولوژیک شروع گلدهیْ، زمان رسیدن، وزن، قطر و میوه بندی نتاج سیب با عملکرد بالا

صفت	شروع گلدهی	زمان رسیدن روز	٪ میوه بندی (Fs4)	قطر میوه	وزن میوه
شروع گلدهی	۱				
زمان رسیدن	-۰/۰۲	۱			
میوه بندی % (Fs4)	-۰/۳۴۱**	-۰/۱۸۲	۱		
قطر میوه	۰/۴۶۹**	۰/۲۳۸	-۰/۳۹۹**	۱	
وزن میوه	۰/۴۵۹**	۰/۲۵۳	-۰/۳۴۴**	۰/۸۹۶**	۱

** *، * دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪

هستند و امکان وجود نتاج/ ارقام با سازوکار مشابه، یکنواخت یا همسان وجود ندارد. راهکار مطلوب گروه‌بندی نتاج در دامنه‌هایی از سطح تظاهر یا بیان ژن‌های مسئول صفت مورد نظر می‌باشد. علی‌رغم نتایج رگرسیون و اثبات رابطه مهم و تعیین‌کننده بین وزنْ قطر میوه با عملکرد یا درصد میوه‌بندی، فرایند گزینش نتاج برتر به ۳۰ عامل میوه‌شناسی فیزیکی از جمله سفتی بافت، ویژگی‌های ظاهری مانند ناهنجاری زنگار، شکل، طول دم‌میوهْ، فضای بین برچه‌ای، عوامل بیوشیمیایی و ارگانولپتیک وابسته است. نتایج همبستگی صفات کیفی میوه شناسی نتاج سیب نشان داد بین تعدادی از صفات میوه همبستگی وجود دارد. در میان صفات مورد مطالعه بین صفات زیر همبستگی در سطح احتمال ۱٪ ثبت گردید. همبستگی بین صفت اندازه چشم میوه یا پهنای گودی کاسگل[1] با صفت های برجستگی اطراف چشم یا تاج‌چشمی، اندازه و شکل میوه منطبق بر فیزیولوژی رشد است. علی‌رغم ایجاد تغییرات این صفات با افزایش ارتفاع از سطح دریا همبستگی‌ها ثابت باقی خواهند ماند. بین دو صفت چربی پوست و مومی‌شدن پوست و صفت اندازه میوه، همبستگی مثبت وجود دارد که افزایش ترکیبات مومی و چربی به‌دلیل افزایش سطح میوه قابل توجیه است. بین رنگ زمینه و سایر صفات مرتبط به رنگ رو و بویژه ناهنجاری زنگار همبستگی معنی‌دار در سطح ۱٪ وجود دارد. تأثیر منفی زنگار بر رنگ رویی بر اثر عامل ژنتیک رقم متأثر از عمل ژن‌های مسئول بیوسنتز GA4+7 (اکر[2] و همکاران، ۲۰۰۸) ارتفاع از سطح دریا، شرایط آب وهوایی ابری و بارانی از پایان گلدهی تا مرحله فندقه در شش کلون گلدن‌بی[3] حساس، گلدن‌دلیشز، گلدن‌کریلارد[4]، گلدن‌ریندرز[5] به اثبات رسیده است (حاج‌نجاری و اکر، ۲۰۰۶). وجود اختلاف معنی دار همبستگی بین اندازه میوه، عرض رگه‌ها، اندازه عدسک و بین فضای برچه‌ها به‌دلیل اهمیت این ویژگی‌ها در تمایز ژنتیک بین ارقام می‌باشد (جدول ۷).

رده‌بندی نتاج در آزمون حسی

نتایج مقایسات میانگین آزمون حسی نتاج سیب با عملکرد بالا در آخرین غربال از پلکان دوم برنامه به‌نژادی برای تولید ارقام زودرس شامل سنجش صفات عطر، طعم، مزه (شیرین، ترش، خنثی، دو مزه) آب‌دار بودن، سختی بافت، ضخامت پوست، بازارپسندی و قابلیت پذیرش کلی به شرح زیر رده بندی و ارائه می‌شود:

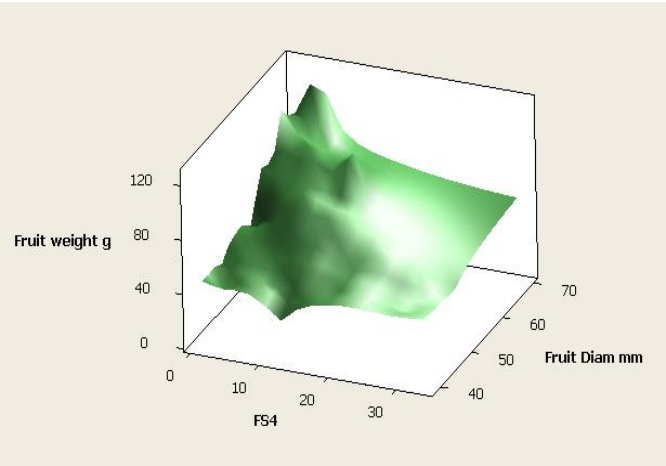
صفت عطر

ژنوتیپ‌های فوق زودرس و بسیارزودرس L8G32، L9G19، L1G28، L1G12 و L5G28 به‌ترتیب با ۸۱/۶۷، ۷۳/۳۳، ۷۱/۶۷، ۶۱/۶۷ و ۵۶/۶۷ بالاترین امتیاز و ژنوتیپ‌های بسیارزودرس L9G21، L2G30 و L10G29 به‌ترتیب با ۴۱/۶۷، ۱۱/۶۷ و ۵۵ امتیازهای متوسط و پایین را کسب نمودند.

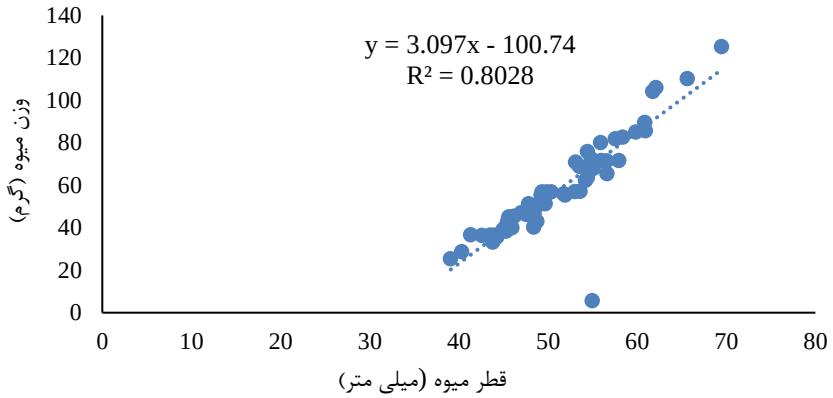
صفت طعم

ژنوتیپ‌های L1G28، L1G10، L9G19، L2G10 و L8G9 به ترتیب با ۹۰، ۸۸/۳۳، ۸۶/۶۷، ۸۰ و ۸۰ رتبه اول تا پنجم را بدست آوردند و ژنوتیپ‌های L9G21، L2G30 و L10G25 به ترتیب با ۴۰، ۳۸/۳۳ و ۳۳/۳۳ در رتبه‌های آخر قرار گرفتند.

1. Calyx
2. Eccher
3 Golden B
4 Golden Crielaard
5 Golden Reinders



شکل ۲- گراف سه بعدی رابطه وزنْ و قطر میوه با درصد میوه‌بندی نتاج سیب در مرحله بلوغ فیزیولوژیک (FS4)



شکل ۳- رابطه رگرسیونی وزن میوه به عنوان متغیر وابسته در برابر متغیر مستقل قطر میوه نتاج سیب

صفت مزه

ژنوتیپ‌های L1G10، L2G10، L8G9، L1G28 و L6G21 به ترتیب با ۸۱/۶۷، ۷۵، ۷۵، ۷۳/۳۳ و ۷۱/۶۷ جایگاه شیرین ترین و ژنوتیپ‌های L5G7، L5G10 و L8G11 به‌ترتیب با ۴۳/۳۳، ۴۶/۶۷ و ۶۰ جایگاه ترش‌ترین ژنوتیپ‌ها را کسب نمودند.

صفت آبداربودن

ژنوتیپ‌های L1G12، L1G28، L9G19، L5G28 و L4G24 به‌ترتیب با ۱۰۰، ۹۵، ۹۳/۳۳، ۹۳/۳۳ و ۸۸/۳۳ بالاترین و ژنوتیپ‌های L9G21، L8G21 و L2G30 به‌ترتیب با ۴۳/۳۳، ۴۳/۳۳ و ۳۸/۳۳ کمترین میزان را به خود اختصاص دادند.

صفت سفتی بافت

ژنوتیپ‌های L6G23، L2G23، L8G16، L1G10 و L5G2 به ترتیب با ۸۳/۳۳، ۸۳/۳۳، ۸۳/۳۳، ۸۱/۶۷، ۸۰ درصدر قرار گرفتند و ژنوتیپ‌های L10G25، L8G32 و L2G30 به ترتیب با ۴۵، ۴۳/۳۳، ۴۳/۳۳ پایین‌ترین رتبه را کسب نمودند.

صفت ضخامت پوست

ژنوتیپ‌های L8G9، L1G10، L3G15، L8G16 و L8G11 به ترتیب با ۸۰، ۷۸.۳۳، ۷۸.۳۳، ۷۶.۶۷ و ۷۵ ضخیم‌ترین پوست و ژنوتیپ‌های L10G25، L2G30 و L6G28 به‌ترتیب با ۵۰، ۵۰ و ۴۳/۳۳ نازک‌ترین پوست را دارا بودند.

نتیجه‌گیری کلی

از تعداد کل ۵۶ ژنوتیپ تحت آزمون حسی تعداد ۳۹ ژنوتیپ

در مرحله آخر آزمون (قابلیت بازارپسندی) مقبولیت بالای ۵۰ درصد را به خود اختصاص دادند. از نظر صفت نهایی قابلیت-پذیرش، ۱۸ ژنوتیپ از جمله دو ژنوتیپ فوق زودرس L1G28، L1G10، سه ژنوتیپ بسیار زودرس L9G19، L6G23 و L8G9 به‌ترتیب با ۸۵، ۸۳/۳۳، ۸۱/۶۷، ۸۰ و ۸۰ بالاترین رتبه را در آزمون حسی و ژنوتیپ‌های بسیار زودرس L10G25، L8G21، L8G32، L9G21 و L2G30 به‌ترتیب با ۴۳/۳۳، ۴۳/۳۳، ۴۱/۶۷، ۴۱/۶۷ و ۳۶/۶۷ رتبه‌های متوسط قابلیت پذیرش را به خود اختصاص دادند. تحقیقات به‌نژادی گلوگاه امنیت غذایی، باغبانی پایدار و حفظ محیط زیست است. ادامه تحقیقات به‌نژادی زمینه لازم برای اقدامات حقوقی مالکیت معنوی[1] فروش مجوز ارقام[2] به خارج از کشور را فراهم می‌آورد. روش‌های کلاسیک در صورت تلفیق با روش‌های جدید سرعت و پیشرفت روزافزونی می‌یابند. نژادگان زود-متوسطرس L7G8 با ۶۹/۵ میلی‌متر قطر و ۱۲۵ گرم وزن، بیشترین قطر و وزن را داشت. چهار ژنوتیپ فوق زودرس خرداد L9G19، L2G17و بسیار زودرس L1G28، L4G21 اوائل تیرماه با قابلیت پذیرش عالی به علاوه تعدادی از دیگر ژنوتیپ‌های خردادی متحمل به سرمای بهاره دیگر اوائل تیرماه ماه زودتر از گلاب کهنز قابل برداشت بودند (شکل ۴).

شکل ۴- خصوصیات اندازه، شکل، رنگ زمینه، رنگ و تیپ رنگ رویی میوه برخی نتاج متحمل به سرمای بهاره

1 Royalty

2 Patent

جدول ۷- همبستگی صفات کیفی میوه شناسی نتاج سیب دارای بالاترین عملکرد در سال ۱۳۹۹

صفات میوه	اندازه	شکل	تاج چشمی	اندازه چشم	موم پوست	چربی پوست	رنگ زمینه	نسبت رنگ رویی	هاله	تراکم رنگ	نوع رنگ رویی	عرض نوار	زنگار دمگاه	زنگار لپ	تعداد عدسک	اندازه عدسک	رنگ گوشت	فضای بین برچه
اندازه	۱																	
شکل	-۰/۰۲	۱																
تاج چشمی	۰/۰۹۴*	-۰/۰۵۱	۱															
اندازه چشم	۰/۳۱۵**	۰/۱۱۵**	۰/۳۰۳**	۱														
موم پوست	۰/۱۱۸**	-۰/۱۱	۰/۰۵۸	۰/۰۱۱	۱													
چربی پوست	۰/۲۲۲**	-۰/۰۱۳	-۰/۰۱۳۶	۰/۰۳۷	-۰/۰۸۹**	۱												
رنگ زمینه	۰/۳۸۳**	-۰/۰۷۳	۰/۱۸۴**	۰/۰۱۷	۰/۱۰۳**	۰/۱۸۸**	۱											
نسبت رنگ رویی	۰/۲۸۸**	-۰/۰۱۷	-۰/۰۹۱	۰/۰۸۶**	۰/۲۱۱**	۰/۳۱۲**	۰/۲۵۱**	۱										
هاله	۰/۴۰۵**	۰/۰۰۱	-۰/۰۱۷	۰/۱۸۰**	۰/۱۶۶**	۰/۲۸۴**	۰/۳۵۱**	۰/۷۵۹**	۱									
تراکم رنگ	۰/۳۷۸	۰/۰۲۷	-۰/۱۳۸	۰/۱۷۱**	۰/۱۷۹**	۰/۲۲۰**	۰/۲۷۷**	۰/۹۲۲**	۰/۸۱۵**	۱								
نوع رنگ رویی	۰/۳۸۳	-۰/۰۰۲	-۰/۰۵۹	۰/۲۶۹**	۰/۰۸۲*	۰/۰۸۱*	۰/۲۸۳**	۰/۷۲۱**	۰/۷۲۴**	۰/۸۲۱**	۱							
عرض نوار	۰/۳۷۸**	۰/۰۴۳	-۰/۰۹۹	۰/۱۲۶**	۰/۱۱۲**	۰/۱۲۷**	۰/۳۰۳**	۰/۷۰۸**	۰/۷۱۹**	۰/۷۸۷**	۰/۷۸۶**	۱						
زنگار دمگاه	۰/۳۰۸**	۰/۰۷۲	-۰/۰۱۵	۰/۲۱۰**	-۰/۱۰۱**	۰/۳۲۸**	۰/۲۶۰**	۰/۳۶۲**	۰/۳۲۲**	۰/۴۰۷**	۰/۲۹۳**	۰/۲۹۷**	۱					
زنگار لپ	۰/۱۰۴**	۰/۰۶۳	-۰/۰۷۱	۰/۱۳۸**	-۰/۰۰۵	۰/۰۰۷	-۰/۱۹۸**	۰/۰۸۷*	۰/۰۱۷	۰/۰۸۴*	۰/۰۹۶*	۰/۱۹۵**	-۰/۰۵۱	۱				
تعداد عدسک	۰/۳۴۵**	۰/۰۶۵	۰/۱۱۷**	۰/۳۲۴**	-۰/۲۳۴**	۰/۰۴۳	۰/۰۶۴	-۰/۰۷۰	۰/۱۴۵**	-۰/۰۱۳	۰/۲۰۸**	۰/۱۷۵**	۰/۰۰۴	۰/۲۳۴**	۱			
اندازه عدسک	۰/۲۳۵	۰/۰۷۸*	۰/۱۰۴**	۰/۱۶۵**	-۰/۲۰۵**	۰/۱۸۵**	۰/۲۴۹**	-۰/۰۷۴*	۰/۰۹۷**	-۰/۱۶	۰/۰۳۳	۰/۱**	۰/۰۷۳	۰/۱۰۸**	۰/۴۹۷**	۱		
رنگ گوشت	-۰/۰۴۱	-۰/۰۶	-۰/۰۶۳	۰/۰۰۳	-۰/۰۹۱*	۰/۰۷۲	۰/۱۲۲**	۰/۰۹۲*	۰/۱۷	-۰/۰۹۸**	۰/۰۹۹**	۰/۰۲۹	۰/۴۱۵**	-۰/۰۴۱	۰/۰۱۷	۰/۱۲۳**	۱	
فضای بین برچه	-۰/۱۰۷	-۰/۰۰۸	۰/۱۶۵**	-۰/۰۸۵	-۰/۰۶۹	-۰/۲۳۹**	۰/۱۰۱**	-۰/۱۷۷**	-۰/۱۳۶**	-۰/۱۵۶**	-۰/۱۶۵**	-۰/۰۴۲	-۰/۱۸۳**	-۰/۰۷۹**	-۰/۰۱۳	۰/۰۰۴	-۰/۰۴۳	۱

** *، * دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪

فهرست منابع

حاج‌نجاری، ح. ۱۳۹۲. میوه سیب- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون (تجدیدنظر چهارم). سازمان ملی استاندارد ایران، ۲۲ ص.

حاج‌نجاری، ح. ۱۳۹۷. اطلس ارقام درختان میوه ایران. سازمان ترویج، آموزش و تحقیقات کشاورزی، معاونت ترویج، نشرآموزش کشاورزی، ۲۳۲ ص.

رحیمی، م. ۱۳۸۳. پیش بینی زمان گلدهی سیب رقم گلدن دلیشز در گل مکان، خراسان، گزارش سازمان هواشناسی، تهران.

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

مختاریان، ع.، اصغرزاده، ا.، گنجی‌مقدم، ا.، خاوری‌خراسانی، س. و حمیدی، ح. ۱۳۹۵. بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های سیب بومی خراسان بر اساس خصوصیات مورفولوژی و پومولوژی. تولید گیاهی (مجله علمی کشاورزی). ۳۹(۱): ۶۵-۷۸.

Ahmadi-Afzadi, M. 2012. Genetic and biochemical properties of apples that affect storability and nutritional value. Introductory paper at the faculty of landscape planning, Horticulture and Agriculture Science, 1: 1-41.

Alspach, P.A. and Oraguzie, N.C. 2002. Estimation of genetic parameters of apple (*Malus domestica*) fruit quality from open-pollinated families. New Zealand journal of crop and horticultural science, 30(4): 219-228.

Crassweller, R. Mcnew, R. Azarenko, A. Barritt, B., Belding, R, Berkett, L., Brown, S., Clemens, J., Cline, J., Cowgill, W., Ferree, D., Garcia, E., Greene, D., Greene, G., Hampson, C., Merwin, I., Miller, D., Miller, S., Moran, R., Obermiller, J., Rosenberger, D., Rom, C., Roper, T., Schupp, J. and Stoveret, E. 2005. Performance of apple cultivars in the 1995NE-183 regional project planting, I growth and yield characteristics. Journal of American Pomological Society. 59: 18-27.

Damyar, S., Hassani, D., Dastjerdi, R., Hajnajari, H., Zeinanloo, A.A. and Fallahi, E. 2007. Evaluation of Iranian native apple cultivars and genotypes. Journal of Food Agriculture and Environment, 5(3/4): 211-215.

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.

Gao, H., Zhao, Z.Y., Lu, Y.M., Wan, Y.Z., Wang, L.C., Yuan, J.J. and Hirst, P.M. 2011. 'Qinyang'Early-ripening Apple. HortScience, 46(4): 660-661.

Hajnajari, H. and Eccher, T. 2006. Light spectrum affects growth and endogenous gas content of *in vitro* grown apple shoots. Acta Horticulturae, 727: 37-43.

Hajnajari, H. 2010. Cultivar evaluation program of the national Iranian apple collection in the last decade. In Proceedings of the international scientific conference of fruit growing intensification in Belarus: traditions, progress, prospects (pp. 33-39).

Hajnajari, H., Kohneshine Leily, H. and Bakhshi, D. 2019. Selection of promising early ripening progenies and assessment of earliness heritability in the breeding program of apple. Agriculturae Conspectus Scientificus, 84(3): 245-256.

Kazakov, I.V. and Kichina, V.V. 1987. Methods of accelerating the cropping of apple trees by reducing the juvenile phase. Fruit Breeding 224: 141-144.

Kornienko, T.F. 1987. Apple breeding in Altai region. Fruit Breeding 224: 197-198.

Mureșan, A.E., Sestras, A.F., Militaru, M., Păucean, A., Tanislav, A.E., Pușcaș, A., Mateescu, M., Mureșan, V., Marc, R.A. and Sestras, R.E. 2022. Chemometric comparison and classification of 22 apple genotypes based on texture analysis and physico-chemical quality attributes. Horticulturae, 8(1): 64-83.

Tancred, S.J., Zeppa, A.G., Cooper, M. and Stringer, J.K. 1995. Heritability and patterns of inheritance of the ripening date of apples. HortScience, 30(2): 325-328.