مجله علوم باغبانی ایران
دوره ۴۲، شماره ۳، ۱۳۹۰ (۲۶۵-۲۵۵)

بررسی تنوع ژنتیکی برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های زردآلو با استفاده از خصوصیات مورفولوژیکی و نشانگرهای RAPD

عباسعلی جنتی‌زاده[۱]، محمدرضا فتاحی‌مقدم[۲]*، ذبیح‌اله زمانی[۳] و هادی زراعتگر[۴]
۱، ۲، ۳، دانشجوی دکتری، دانشیار و استاد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۴، مربی مرکز تحقیقات کشاورزی شاهرود
(تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۱۸ - تاریخ تصویب: ۸۹/۴/۱۲)

چکیده

ایران یکی از بزرگترین تولیدکنندگان زردآلو در جهان است که سابقه بسیار طولانی در کشت و کار آن دارد. تکثیر جنسی زردآلو از طریق بذر در طول قرنهای گذشته سبب تولید انواع متعددی از آن در ایران شده است که متاسفانه اطلاعات جامعی از وضعیت آنها وجود ندارد. در این پژوهش تعداد ۳۹ رقم و ژنوتیپ ایرانی زردآلو با استفاده از صفات مورفولوژیک و نشانگر مولکولی RAPD مورد ارزیابی قرار گرفتند. در بررسی ضریب تنوع صفات، نسبت مواد جامد محلول (TSS) به اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، وزن مغز دانه، وزن گوشت میوه و وزن میوه دارای مقادیر بالایی بودند که نشان از امکان انتخاب برای هر صفت در برنامه‌های اصلاحی را دارد. همچنین در تجزیه فاکتور که برای تعیین تعداد عامل‌های اصلی مؤثر بر شناسایی ظاهری استفاده شد، صفات مؤثر در ۶ فاکتور اصلی قرار گرفتند که مجموعاً ۷۹/۵۲٪ از تغییرات کل را توجیه کردند که می‌توان فاکتورهای مستقل اول تا سوم را تحت عنوان: اندازه میوه (۲۴٪)، هسته میوه (۱۶٪) و طعم میوه (۱۴/۵٪) نام گذاری کرد. تجزیه کلاستر داده‌های مورفولوژیکی توانست ارقام مختلف را براساس اندازه میوه، تاریخ رسیدن و صفات مربوط به طعم میوه تفکیک نماید. تجزیه و تحلیل داده‌های ملکولی RAPD بیشترین تشابه ژنتیکی را بین ژنوتیپ‌های نوری دیررس و نوری پیش‌رس (۰/۹۵) و کمترین تشابه ژنتیکی را بین ژنوتیپ‌های تنسگل و شاهرود-۴۸ (۰/۳۰) نشان داد. در تجزیه کلاستر داده‌های RAPD، ژنوتیپ‌ها در فاصله تشابه ۶۵٪ به ۶ گروه اصلی تقسیم شدند که تا حدودی با نتایج خصوصیات مورفولوژیکی و منشاء جغرافیایی آنها تطابق داشت.

واژه‌های کلیدی: ***Prunus armeniaca***، **همبستگی صفات، ضریب تنوع، تجزیه کلاستر، تجزیه فاکتور.**

مقدمه

زردآلو به عنوان یک درخت میوه در بسیاری از نقاط ایران کشت و کار می‌شود. مناطق عمده کشت زردآلو در ایران شامل استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، سمنان، تهران، یزد، کرمان، زنجان وخراسان رضوی می‌باشد (Ministry of Jihad Agriculture, 2007). ترکیه و ایران به ترتیب اولین و دومین کشورهای تولیدکننده زردآلو در جهان هستند و بعد از

* نویسنده مسئول: محمدرضا فتاحی‌مقدم تلفن: ۰۹۱۲-۵۶۶۸۶۲۷ E-mail: fattahi@ut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

آنها کشورهای ایتالیا، پاکستان، اسپانیا و فرانسه در رتبه‌های بعدی قرار دارند (FAO, 2007).

کیفیت میوه در زردآلو به تعادل مقدار قند و اسید و همچنین عطر ویژه آن بستگی دارد (Hormaza et al., 2007). زردآلو مصارف متعددی مانند تازه خوری و خشک شده دارد. سایر مشتقات آن شامل انواع نوشیدنیها، مربا و آبمیوه است. بخش خوراکی میوه در زردآلو حدود ۹۴٪ از میوه را تشکیل می‌دهد که منبع غنی از ویتامین A (بتا کاروتن) و ویتامین C (اسید آسکوربیک) محسوب می‌شود (Wills et al., 1983). زردآلوهای گروه‌های آسیای مرکزی و ایرانی-قفقازی نسبت به زردآلوهای گروه اکو-جغرافیایی اروپایی و زردآلوی ژاپنی مقدار اسیدیته کمتری دارند (Mehlenbacher et al., 1990).

منشاء زردآلوهای وحشی مناطق مرکزی آسیا و کوهستان تیان شان می‌باشد و از آنجا زردآلو به شرق و به غرب دنیا گسترش یافته است (Faust et al., 1998). طبق گزارشات متعدد، ایران یکی از خاستگاه‌های زردآلوی اهلی است (Faust et al., 1998)، که در این ناحیه تکثیر جنسی آن از طریق بذر در طی سالیان متمادی سبب ایجاد ژرم‌پلاسم غنی زردآلو شده است.

بررسی تنوع ژرم‌پلاسم زردآلو در ایران به کمک نشانگرهای ژنتیکی می‌تواند قدم اولیه و بسیار مهم در راستای بهبود ژنتیکی و پرورش آن در ایران باشد. نشانگرهای مورفولوژیک که مبتنی بر خصوصیات ظاهری و ویژگی‌های رشد و نموی و فنولوژیکی هستند همواره اهمیت زیادی در ارزیابی ذخایر ژنتیکی داشته اند. سازگاری اقلیمی، افزایش کیفیت میوه، خودسازگاری و مقاومت به بیماریها از مهمترین اهداف اصلاحی در زردآلو می‌باشند (Hormaza et al., 2007). در سالهای اخیر در ارتباط با دو هدف مهم اصلاحی در زردآلو توجه بیشتری به وجود آمده است. هدف اول معرفی و توسعه ارقامی است که قابلیت کشت در مناطق گسترده تری را داشته باشند، چرا که بیشتر ارقام زردآلو مختص مناطق اکولوژیکی خاص هستند (Layne et al., 1996) و در نتیجه تولید تجاری محدود به مناطق خاصی است که معمولاً یک یا دو رقم بخش زیادی از تولید را به خود اختصاص داده اند. هدف اصلاحی دیگر که در کشورهای حوزه مدیترانه که ۵۰٪ از تولید جهانی زردآلو را این منطقه به خود اختصاص داده است، اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است مقاومت به ویروس آبله آلو[1] است (Hormaza et al., 2007). این برنامه‌های اصلاحی و توسعه ارقام جدید نیازمند وجود روش‌های سریع و مطمئن برای ارزیابی تنوع موجود در ژرم‌پلاسم و شناسایی و حفاظت از ارقام معرفی شده است.

Badenez et al. (1998) با استفاده از ۱۸ صفت مورفولوژیک زردآلوهای گروه اکوجغرافیایی اروپایی را ارزیابی کردند که تنوع مشاهده شده توسط آنها کمتر از تنوع قابل انتظار بود. آنها بیشترین تنوع را در صفات مربوط به میوه گزارش کردند. De Giorgio & Polignano (2001) با استفاده از ۲۰ صفت مورفولوژیک، ۸۸ رقم بادام را از ایتالیا ارزیابی کردند. در گزارش آنها صفات مربوط به میوه بیشترین تأثیر را در تفکیک ارقام داشتند. همچنین Asma & Ozturk (2005) با استفاده از ۱۵ صفت مورفولوژیک به ارزیابی بخشی از ژرم‌پلاسم زردآلوی ترکیه پرداختند. در نتایج آنها بیشترین تنوع مربوط به صفات زمان رسیدن، عملکرد، مواد جامد محلول (TSS)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، و وزن میوه، هسته و مغز بود. در گزارش دیگری، ۲۰ صفت مورفولوژیک برای ارزیابی ۱۲۰۰۰ دانهال زردآلو در ترکیه استفاده شد که هدف آن انتخاب والدین مناسب برای برنامه‌های اصلاحی بر مبنای خصوصیات رویشی و کیفیت میوه بود (Asma et al., 2007).

استفاده از روش‌های سنتی شناسایی ارقام و پایه‌ها در درختان میوه مبتنی بر مشاهدات فنوتیپی علی‌رغم مفید بودن به دلایلی نظیر وقت گیر بودن، قرار گرفتن تحت تأثیر محیط، اندازه بزرگ درختان میوه (Hormaza et al., 2007)، توارث غالب و مغلوب، اثرات اپیستازی و پلیوتروپی، فراوانی و تنوع کم (Naghavi et al., 2008) بسیار محدود شده است و متخصصان به دنبال پیدا کردن نشانگرهای دقیق‌تری هستند. بنابراین روش‌های سنتی باید با روش‌های جدید مبتنی بر DNA به منظور استفاده در برنامه‌های اصلاحی درختان میوه تکمیل گردد.

1. Plum Pox Virus

Archive of SID

www.SID.ir

تکنیک RAPD با موفقیت برای شناسایی ارقام، تخمین تنوع ژنتیکی و تعیین خاستگاه احتمالی ژنوتیپ‌های منتخب و تهیه نقشه‌های لینکاژی در جنس *Prunus* استفاده شده است. Zhongping (2007) به بررسی تنوع ژنتیکی گروه‌های مختلف هلو با استفاده از نشانگر RAPD پرداخت. طبق نتایج AMOVA[1]، تنوع بین و داخل گروهی به ترتیب ۱۱/۹ و ۸۸/۱٪ بود. Casas et al. (1999) از نشانگر RAPD برای بررسی تنوع ژنتیکی ۵۱ ژنوتیپ از پایه‌های جنس *Prunus* استفاده کردند. آنها گزارش کردند که حتی تعداد ۷ آغازگر نیز برای بیان روابط فیلوژنتیکی بین پایه‌های حاصل از گونه‌های مختلف جنس *Prunus* کافی است.

با وجود اینکه ایران یکی از مراکز تنوع زردآلو می‌باشد ولی گزارش جامعی در مورد تنوع ژنتیکی آن وجود ندارد. این تحقیق بخشی از یک برنامه اصلاحی زردآلو است که هدف آن بهبود برخی از خصوصیات میوه، افزایش تحمل به سرمای بهاره، بهبود عادت باردهی و عوامل مؤثر در مدیریت باغات زردآلو می‌باشد. در این تحقیق ۳۹ رقم و ژنوتیپ زردآلو با استفاده از خصوصیات مورفولوژیکی و نشانگر ملکولی RAPD مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

مواد گیاهی این تحقیق شامل نمونه‌هایی از کلکسیون زردآلوی مرکز تحقیقات کشاورزی شاهرود بود (جدول ۱). این کلکسیون به صورت پیوندک از مناطق مختلف ایران و بخصوص مناطق اطراف شاهرود جمع‌آوری شده است که روی پایه‌های بذری زردآلو پیوند شده‌اند. همه درختان دارای سن یکسان بوده و از شرایط کشت و کار یکسانی برخوردار بودند.

نحوه ارزیابی صفات

ارزیابی صفات مورد نظر براساس دیسکریپتور موجود برای زردآلو (IBPGR, 1984) و سایر منابع موجود (Asma & Ozturk, 2005; Asma et al., 2007; Badenez et al., 1998)، با تغییرات لازم در سال ۱۳۸۶ صورت گرفت (جدول ۲). برای تعیین اسیدیته قابل تیتراسیون از روش تیتراسیون عصاره با سود ۰/۱ نرمال و pH-meter استفاده شد و میزان TSS نیز با استفاده از رفرکتومتر تعیین گردید. سایر ویژگی‌ها بر اساس اندازه‌گیری و یا کد دهی تعیین شدند.

استخراج DNA

استخراج DNA از نمونه‌های برگی با استفاده از روش Murray & Thompson (1980) صورت گرفت. میزان DNA به روش اسپکتروفتومتری در طول موج‌های ۲۶۰ و ۲۸۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر Perkin-Elmer، مدل EZ-201 تعیین و از آن DNA به غلظت ۵ نانوگرم در میکرولیتر برای انجام مراحل PCR تهیه شد.

انجام آزمایش RAPD

در این تحقیق ۹۷ آغازگر ۱۰ نوکلئوتیدی RAPD از سری TibMolBiol مورد آزمایش قرار گرفت و از بین آنها ۱۷ آغازگر انتخاب و جهت مراحل بعدی مورد استفاده قرار گرفت. برای انتخاب آغازگرها ابتدا این آغازگرها بر روی دو ژنوتیپ که از نظر ظاهری متفاوت بودند مورد استفاده قرار گرفتند و از بین آنها، آغازگرهایی که دارای تعداد باند مناسب و درعین حال متفاوت بین دو ژنوتیپ بودند انتخاب شدند. اسامی آغازگرهای مورد استفاده که چند شکل بودند در جدول ۳ آمده است. مخلوط واکنش PCR شامل دو میکرولیتر از DNA تهیه شده (۱۰ نانوگرم)، ۱۳ میکرولیتر از مخلوط واکنش PCR شامل کیت (dNTPs; PCR, buffer, Taq DNA Polymerase, Ampliqon, Denmark و $MgCl_2$ با غلظت ۰/۱ mM)، آغازگر با غلظت ۶۶/۷ nM و حجم آن ۱۵µl بوده است. برای به حجم رساندن محلول واکنش از آب مقطر دوبار تقطیر استریل استفاده شد.

تجزیه داده‌ها

از میانگین‌های صفات برای تعیین همبستگی ساده آنها و تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و NTSYS (نسخه 2.02) استفاده شد. در هر عامل اصلی و مستقل ضرایب عاملی که در آن عامل نسبت به بقیه عامل‌ها دارای بیشترین مقدار بودند، معنی‌دار در نظر گرفته شد. همچنین تجزیه کلاستر با

1. Analysis of Molecular Variance

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده از مجموع مربعات فواصل اقلیدسی و روش Ward انجام گرفت.

در آزمایش RAPD برای بررسی چندشکلی بین ژنوتیپ‌ها، وجود یا عدم وجود یک باند خاص با اعداد یک و صفر نمره‌دهی شد. سپس ماتریس تشابه ژنوتیپ‌ها با استفاده از نرم‌افزار NTSYS (نسخه 2.02) و ضرایب تشابه جاکارد محاسبه گردید. در نهایت تجزیه خوشه‌ای بر اساس ماتریس تشابه و به روش UPGMA بدست آمد. برای محاسبه قدرت تفکیک هر آغازگر از فرمول زیر استفاده شد:

$$Rp = \sum I_b$$

که در آن:

$I_b = 1-(2\times|0.5-p|)$ و p فراوانی حضور باند در ۳۹ ژنوتیپ می‌باشد.

جدول ۱- ارقام و ژنوتیپ‌های زردآلوی مورد بررسی و منشاء جمع‌آوری آنها

کد	نام رقم	منطقه جمع‌آوری	خصوصیت ویژه
۱	مربایی	-	عدم وجود کرک
۲	دیررس دیزج	شاهرود	دیررسی
۳	نوری دیررس	شاهرود	دیررسی
۴	شاهرود-۸	شاهرود	شکل مناسب
۵	خیبه ای-۲	شاهرود	مقاومت نسبی به سرمای بهاره
۶	شاهرود-۳۵	شاهرود	شکل مناسب
۷	استیوت مراغه	آذربایجان	-
۸	کاردی دماوند-۱	دماوند	-
۹	ملایری	ملایر	-
۱۰	جعفری	شاهرود	میوه بزرگ
۱۱	سفید دماوند	دماوند	-
۱۲	تنسگل	-	دیرگلی
۱۳	شاهرود-۴۳	شاهرود	-
۱۴	قیسی-۲	-	زودگلی
۱۵	شاهرود-۱۱	شاهرود	-
۱۶	شاهرود-۵۳	شاهرود	-
۱۷	شاهپسند	-	-
۱۸	شاهرود-۴۹	شاهرود	-
۱۹	قربان مراغه	استان آذربایجان	-
۲۰	جهانگیری	شاهرود	زودرسی
۲۱	شوقان	سبزوار	طعم مناسب
۲۲	نخجوان	استان آذربایجان	هسته کاملا جدا
۲۳	شاهرود-۱۲	شاهرود	-
۲۴	شاهرود-۴۶	شاهرود	-
۲۵	میرزایی	شاهرود	زودرسی
۲۶	کاردی دماوند-۲	دماوند	-
۲۷	شاهرود۴۸	شاهرود	-
۲۸	شاهرود-۳۹	شاهرود	-
۲۹	شمس	شاهرود	نسبت بالای گوشت به هسته
۳۰	شاهرود-۵۲	شاهرود	دیررسی
۳۱	شاهرود-۴۲	شاهرود	پرباری
۳۲	قوامی	شاهرود	تحمل نسبی به سرمای بهاره
۳۳	نوری پیش‌رس	شاهرود	زودرسی
۳۴	نصیری	شاهرود	طعم مناسب
۳۵	شاهرود-۲۰	شاهرود	-
۳۶	شاهرود-۲۹	شاهرود	شکل مناسب شاخه‌ها
۳۷	قیسی-۱	شاهرود	کاملا هسته جدا
۳۸	شاهرود-۴۱	شاهرود	-
۳۹	قاضی جهان	-	-

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- روش اندازه‌گیری، دامنه تغییرات و ضریب تنوع صفات مورد بررسی در ۳۹ ژنوتیپ زردآلو

شماره	صفت	علامت اختصاری	واحد	حداقل	میانگین	حداکثر	ضریب تنوع صفت (CV%)*
۱	طول میوه	FL	میلیمتر	۲۷	۴۲/۲۶	۶۲	۱۷/۰۶
۲	ضخامت میوه	FT	میلیمتر	۲۶	۳۶/۰۸	۵۳	۱۵/۳۸
۳	عرض میوه	FW	میلیمتر	۲۴	۳۶/۷۹	۴۹	۱۵/۱۷
۴	وزن میوه	FWt	گرم	۱۰/۱۸	۳۵/۵۴	۸۲	۴۲/۸
۵	وزن گوشت میوه	FFW	گرم	۹	۳۳/۵۱	۷۸	۴۴/۱۷
۶	وزن هسته	PWt	گرم	۱/۰۷	۲/۰۸	۴/۵۲	۳۷/۰۲
۷	طول هسته	PL	میلیمتر	۱۸	۲۵/۶۴	۳۸	۱۵/۰۲
۸	عرض هسته	PW	میلیمتر	۱۳	۱۶/۹۷	۲۲	۱۳/۹۷
۹	ضخامت هسته	PT	میلیمتر	۹	۱۰/۹۷	۱۵	۱۲/۶۷
۱۰	طول مغز	KL	میلیمتر	۱۳	۱۷/۱۵	۲۳	۱۴/۴
۱۱	ضخامت مغز	KW	میلیمتر	۹	۱۰/۹۲	۱۴	۱۱/۱۷
۱۲	ضخامت مغز	KT	میلیمتر	۵	۷/۵۴	۱۱	۱۳/۵۳
۱۳	وزن مغز	KWt	گرم	۰/۳۶	۰/۸۴	۱/۷	۵۲/۳۸
۱۴	زمان رسیدن	RS	روز پس از ۱۵ خرداد	۲	۲۵/۵۴	۵۰	۴۳/۹۳
۱۵	کرک دار بودن	PUB	کد (۱ = بدون کرک و ۲ = کرک دار)	۱	۱/۹۷	۲	۸/۱۲
۱۶	عمق حفره دمگل	CAV	کد (از ۳= کمترین عمق تا ۷= بیشترین عمق)	۳	۵/۲۶	۷	۲۴/۹
۱۷	چسبیدگی هسته	FrSt	کد (۱ = هسته چسبان و ۲= هسته جدا)	۱	۲	۲	۲۸
۱۸	مواد جامد محلول (TSS)	TSS	درصد	۶	۱۲/۵۳	۲۳	۲۹/۱۳
۱۹	اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)	TA	درصد	۰/۱۷	۰/۸۴	۲	۷۶/۱۹
۲۰	pH آب میوه	pH	-	۳	۴/۰۵	۶	۲۰/۷۴
۲۱	اندازه گل	FlSz	کد (از ۱ = کوچک‌ترین تا ۷ = بزرگترین)	۱	۴/۴۴	۷	۴۲/۱۲
۲۲	طول خامه به پرچم	STYL	میلیمتر	۲	۶/۳۴	۱۳	۴۰/۶۹
۲۳	تاریخ اولین گلدهی**	BLT	روز پس ۱۰ فروردین	۳	۸/۸۲	۱۵	۳۵/۴۹
۲۴	تاریخ تمام گل	FLT	روز پس از ۱۰ فروردین	۱	۵/۳۸	۷	۳۲/۷۱
۲۵	تیپ گلدهی	FTP	کد (۱ = تیپ اسپور، ۲= تیپ سرشاخه)	۱	۱/۸۹	۲	۱۶/۹۳
۲۶	نسبت TSSبه TA	RTT	-	۴	۲۵/۷۹	۷۸	۹۶/۲
۲۷	طول دوره رشد میوه	FGD	روز	۶۴	۳۳/۸۷	۱۱۱	۱۳/۰۲

* CV% = (SD/Mean)* ۱۰۰ ** بر مبنای باز شدن حدود ۵٪ از گل‌ها

نتایج و بحث

نتایج توصیفی داده‌ها

مقادیرحداقل، حداکثر، میانگین و ضریب تنوع برای بیست و هفت صفت در جدول ۲ نشان داده شده است. ضریب تنوع برای نسبت TSS به TA و TA بالاترین مقدار و پس از آن صفات وزن میوه، وزن گوشت میوه، طول دوره رشد میوه و زمان رسیدن دارای بیشترین ضریب تنوع بودند. بزرگترین میوه متعلق به رقم جعفری (میانگین ۸۲ گرم) و کوچک‌ترین آن متعلق به رقم شاهرود-۴۲ (میانگین ۱۰ گرم) بود. رقم جعفری با میوه‌های درشت آن را به عنوان یک والد مناسب برای برنامه‌های اصلاحی زردآلو با هدف بهبود اندازه و وزن میوه مطرح می‌سازد. همچنین بازه زمانی طولانی‌تر دوره رسیدن ارقام به عنوان یک ویژگی مطلوب در برنامه‌های اصلاحی است. طبق نتایج به دست آمده امکان انتخاب ارقام با دوره رسیدن متفاوت وجود دارد.

مقایسه نتایج به دست آمده با نتایج Badenez et al. (1998) و Asma & Ozturk (2005) نشان می‌دهد که در مورد ارقام مورد بررسی در کلکسیون شاهرود تنوع بالایی در مقادیر TA (حداکثر ۲ و حداقل ۰/۸۴) و TSS (حداکثر ۲۳ و حداقل ۱۲/۵۳) نسبت به ارقام مورد بررسی آنها از گروه اکو جغرافیایی اروپایی و زردآلوهای ترکیه وجود داشته است. به طوری که مقدار TA در ارقام مورد بررسی توسط Badenez et al. (1998) اغلب بالا (حداکثر ۲/۶۴٪ و حداقل ۱/۱۱٪) و در ارقام مورد بررسی توسط Asma et al. (2007) اغلب پائین‌تر (حداکثر ۱/۹۵٪ و حداقل ۰/۲۵٪) بود. این گزارش‌ها می‌تواند دلیلی بر این باشد که در طی روند گزینش و

Archive of SID

www.SID.ir

انتقال زردآلو از منشاء اولیه به سمت اروپا اغلب زردآلوهایی که اسیدیته بیشتری داشته‌اند انتخاب شده اند. این امر با گزارش Mehlenbacher et al. (1990) مبنی بر مقدار بیشتر اسیدیته زردآلوهای گروه جغرافیایی اروپایی نسبت به گروه‌های شرقی نظیر گروه آسیایی و گروه ایرانی قفقازی مطابقت دارد. البته باید توجه داشت که شرایط اقلیمی و زمان برداشت نیز بر این صفت مؤثر است و در مناطق گرمتر و یا برداشت دیرتر میزان TA کاهش خواهد یافت. همچنین درصد TSS در ارقام مورد بررسی توسط Badenez et al. (1998) اغلب در حد متوسط (حداکثر ۱۸/۷ و حداقل ۹/۳ درجه بریکس) و در ارقام مورد بررسی توسط Asma & Ozturk (2005) اغلب متوسط و بالا (حداکثر ۲۶/۵ و حداقل ۱۲/۷ درجه بریکس) بود. مقادیر این صفت در گزارش‌های آنها در محدوده مقادیر به دست آمده در این تحقیق بود.

نتایج همبستگی ساده صفات

نتایج همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در این پژوهش در جدول ۴ آمده است. همبستگی معنی‌دار بالایی در بین متغیرهای وابسته به صفات میوه شامل: طول میوه، عرض میوه، ضخامت میوه، وزن گوشت میوه، وزن هسته، طول هسته، عرض هسته و وزن مغز مشاهده شد. مقادیر عرض میوه، ضخامت میوه، وزن میوه و وزن گوشت میوه همبستگی معنی‌دار مثبت با TSS (به ترتیب ۰/۴۳، ۰/۴۱، ۰/۳۹ و ۰/۴۰) و pH آب میوه (به ترتیب ۰/۴۲، ۰/۴۴، ۰/۴۲ و ۰/۴۲) داشتند ولی این صفات همبستگی معنی‌دار منفی با TA آب میوه (به ترتیب ۰/۴۶-، ۰/۴۸-، ۰/۴۶- و ۰/۴۶-) داشتند. بر این اساس ارقام دارای میوه گردتر اغلب از شیرینی بیشتری برخوردارند. Perez-Gonzales (1992) تنوع بالایی را در بین ژنوتیپ‌های ژرم‌پلاسم زردآلوی مکزیک برای ۲۰ صفت مورفولوژیکی و فنولوژیکی و بویژه صفات مرتبط با عملکرد گزارش کرد. در گزارش او وزن میوه با صفاتی نظیر رفتار رشدی درخت، قطر نوک و پایه مهمیز میوه دهنده و اندازه جوانه برگ همبستگی داشتند. از سوی دیگر Badenez et al. (1998) با استفاده از تجزیه به عامل‌ها تنوع اندکی را در بین ۵۵ رقم زردآلو از اسپانیا، فرانسه، ایتالیا، یونان، تونس و آمریکا برای ۱۸ صفت مورفولوژیکی، فنولوژیکی و کیفیت میوه گزارش کردند.

صفات TSS و TA دارای همبستگی منفی بودند که با نتایج Asma & Ozturk (2005) مطابقت دارد. Badenez et al. (1997) و Byrne et al. (1991) بین نرمی گوشت میوه با TSS و TA در ارقام هلو همبستگی مثبت گزارش کردند. Badenez et al. (1998) گزارش کردند که این صفات در زردآلو همبستگی معنی‌داری ندارند. ضریب همبستگی تاریخ شروع گلدهی و زمان تمام گل r= +۰/۸۱ بود. همچنین طول خامه با عرض میوه، وزن گوشت میوه و وزن هسته همبستگی معنی‌دار و مثبت داشت. بدین ترتیب ارقامی که خامه بلندتری دارند اغلب میوه‌های بزرگتری نیز خواهند داشت. عمق ناحیه دمگل با اندازه میوه، وزن گوشت میوه، طول مغز، pH آب میوه و نسبت TSS/TA دارای همبستگی معنی‌دار مثبت و با TA همبستگی معنی‌دار منفی داشت. با توجه به همبستگی معنی‌دار مثبت وجود کرک روی پوست میوه با جدا بودن هسته از گوشت میوه (r= +۰/۴۹)، ارقام بدون کرک اغلب هسته چسبان خواهند بود. همچنین همبستگی معنی‌داری بین طول دوره رشد و نمو میوه و طول مغز بذر (r= +۰/۳۳) مشاهده شد.

تجزیه به عامل‌ها

حدود ۷۹/۵ درصد از واریانس کل در بین ژنوتیپ‌ها توسط ۶ فاکتور اول (PC) توجیه شد. فاکتور اول (PC_1) شامل طول، عرض، ضخامت و وزن میوه، وزن گوشت میوه، طول هسته و وزن و طول مغز بود و حدود ۲۴ درصد از واریانس کل را توجیه کرد. فاکتور دوم (PC_2) شامل وزن، عرض و ضخامت هسته و عرض، ضخامت و وزن مغز بود و حدود ۱۶ درصد از واریانس کل را توجیه کرد. فاکتور سوم (PC_3) شامل TSS، TA، نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون (RTT) و مقدار pH آب میوه بود و حدود ۱۴/۵ درصد از واریانس کل را توجیه کرد. سه فاکتور اصلی اول توانستند حدود ۵۴/۳۷٪ از واریانس کل را توجیه کنند. همچنین فاکتورهای چهارم، پنجم و ششم که دارای مقادیر ویژه بیشتر از یک بودند و به ترتیب ۹/۶۱، ۸/۰۷ و ۷/۴۷ درصد از واریانس کل را توجیه کردند شامل برخی از خصوصیات‌کیفی میوه و برخی از صفات‌فنولوژیکی بودند.

Archive of SID

www.SID.ir

این نتایج با نتایج Badenez et al. (1998) در مورد زردآلو قابل مقایسه است. این محققین گزارش کردند که ۹۱/۱٪ از واریانس کل توسط ۱۰ عامل اصلی اول توجیه شده است. در گزارش آنها صفاتی نظیر وزن میوه و هسته، قطر میوه و برخی صفات فنولوژیکی در عامل اول قرار گرفتند که ۲۸/۶٪ از واریانس کل را توجیه کردند. همچنین صفاتی نظیر TA، وزن میوه و قطر میوه در عامل دوم بار عاملی بالایی نشان دادند. در حالی که برخی خصوصیات رویشی در عامل سوم معنی‌دار شدند. در ارزیابی تعدادی از ارقام زردآلوی ترکیه توسط Asma et al. (2005)، ۷ عامل اول ۹۰٪ از واریانس کل را توجیه نمود. صفات مربوط به اندازه و وزن میوه، هسته و مغز در عامل اول قرار گرفتند. به علاوه صفاتی نظیر TSS و TA نیز در عامل اول قرار گرفتند. در حالی که عوامل دوم و سوم هرکدام با یک صفت (به ترتیب نسبت گوشت به هسته و زمان رسیدن) ضرایب عاملی بالا داشتند. با مقایسه نتایج فوق می‌توان نتیجه گرفت که خصوصیات مربوط به ابعاد و وزن میوه بخش عمده واریانس کل را در مطالعات مختلف به خود اختصاص داده است و صفاتی نظیر TSS و TA نیز در محدوده ارقام دارای واریانس نسبتاً بالایی بوده‌اند. علاوه بر این وجود عامل‌های مستقل برای هر گروه از صفات می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی مورد توجه قرار گرفته و به استقلال صفات توجه گردد.

نتایج نشانگر RAPD

۱۷ آغازگر مورد استفاده (انتخاب شده از بین ۹۷ آغازگر RAPD) در مجموع ۲۲۴ قطعه DNA را تکثیر نمودند که از بین آنها ۱۷۲ قطعه دارای چند شکلی و وضوح مناسب برای نمره‌دهی بودند (جدول ۳). بیشترین تعداد قطعه تکثیر شده ۲۳ عدد و مربوط به آغازگر BB-05 و بیشترین درصد چندشکلی مربوط به آغازگرهای BB-07 و BA-08 (۱۰۰٪) بوده است (جدول ۳). اندازه قطعات تکثیر شده در تمام آغازگرها در محدوده ۲۵۰-۳۰۰۰ جفت باز تخمین زده شد. شکل ۱ تصویر الگوی باندی حاصل از آغازگر BB-14 را نشان می‌دهد.

جدول ۳- اسامی آغازگر های منتخب مورد استفاده در تجزیه RAPD، توالی، تعداد باند، تعداد باند چند شکل، درصد چند شکلی و قدرت تفکیک هر نشانگر

ردیف	نام آغازگر	توالی آغازگر	تعداد کل باند	تعداد باند چند شکل	درصد چندشکلی	قدرت تفکیک Rp*
۱	BA-02	5′-TGCTCGGCTC-3′	۱۱	۸	۷۲/۷۳	۲/۶۷
۲	BA-08	5′-CCACAGCCGA-3′	۱۶	۱۶	۱۰۰	۲/۹۵
۳	BA-16	5′-CCACGCATCA-3′	۱۲	۷	۵۸/۳۳	۳/۷۶
۴	BB-01	5′-ACACTGGCTG-3′	۱۱	۷	۶۳/۶۴	۳/۴۲
۵	BB-05	5′-GGGCCGAACA-3′	۲۳	۱۷	۷۳/۹۱	۴/۹۶
۶	BB-07	5′-GAAGGCTGGG-3′	۱۷	۱۷	۱۰۰	۴/۵۱
۷	BB-08	5′-TCGTCGAAGG-3′	۵	۳	۶۰	۲
۸	BB-09	5′-AGGCCGGTCA-3′	۱۱	۱۰	۹۰/۹۱	۴/۷۷
۹	BB-11	5′-TGCGGGTTCC-3′	۱۱	۹	۸۱/۸۲	۲/۶۲
۱۰	BB-14	5′-GTGGGACCTG-3′	۱۳	۹	۶۹/۲۳	۲/۴۱
۱۱	BD-05	5′-GTGCGGAGAG-3′	۱۵	۱۲	۸۰	۳/۶
۱۲	BD-09	5′-CCACGGTCAG-3′	۱۲	۷	۵۸/۳۳	۳/۳
۱۳	BD-17	5′-GTTCGCTCCC-3′	۱۴	۱۰	۷۱/۴۳	۳/۱
۱۴	BD-18	5′-ACGCACACTC-3′	۱۳	۱۲	۹۲/۳۱	۳/۶
۱۵	BD-20	5′-AGGCGGCACA-3′	۱۵	۱۰	۶۶/۶۷	۴/۱۷
۱۶	BE-06	5′-CAGCGGGTCA-3′	۱۶	۱۱	۶۸/۷۵	۱/۸۵
۱۷	BE-10	5′-AAGCGGCCCT-3′	۹	۷	۷۷/۷۸	۴/۸۵

* $Rp = \Sigma I_b$ که $I_b = 1 - (2 \times |0.5-p|)$ و p فراوانی حضور باند در ۳۹ ژنوتیپ می‌باشد.

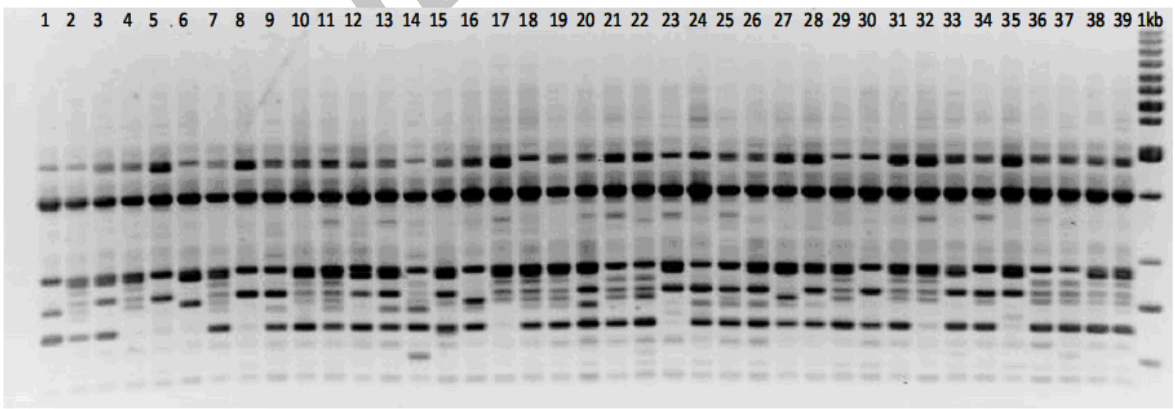
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- همبستگی ساده ۲۷ صفت اندازه‌گیری شده در ۳۹ رقم زردآلوی مورد بررسی

		FL	FW	FT	FWt	FFW	PWt	PL	PW	PT	KL	KW	KT	KWt	RS	PUB	CAV	Frst	TSS	TA	pH	FLSZ	STYL	BLT	FLT	FTP	RTT	FGD
FL	طول میوه	۱.۰۰																										
FW	عرض میوه	۰/۷۷**	۱.۰۰																									
FT	ضخامت میوه	۰/۷۲**	۰/۹۴**	۱.۰۰																								
FWt	وزن میوه	۰/۸۳**	۰/۹۷**	۰/۹۷**	۱.۰۰																							
FFW	وزن گوشت میوه	۰/۸۳**	۰/۹۷**	۰/۹۷**	۱/۰۰**	۱.۰۰																						
PWt	وزن هسته	۰/۴۸**	۰/۶۳**	۰/۵۵**	۰/۵۷**	۰/۵۶**	۱.۰۰																					
PL	طول هسته	۰/۹۲**	۰/۶۳**	۰/۵۵**	۰/۶۷**	۰/۶۷**	۰/۴۶**	۱.۰۰																				
PW	عرض هسته	۰/۴۴**	۰/۷۳**	۰/۵۹**	۰/۶۰**	۰/۵۹**	۰/۷۳**۰/۴۱**		۱.۰۰																			
PT	ضخامت هسته	۰/۳۳*	۰/۵۷**	۰/۵۲**	۰/۴۹**	۰/۴۹**	۰/۶۰**۰/۳۳*	۰/۷۹**	۱.۰۰																			
KL	طول مغز	۰/۷۳**	۰/۵۳**	۰/۴۳**	۰/۵۳**	۰/۵۳**	۰/۵۹**۰/۷۶**	۰/۴۰*	۰/۳۹*	۱.۰۰																		
KW	عرض مغز	۰/۴۶**	۰/۷۵**	۰/۶۰**	۰/۶۳**	۰/۶۲**	۰/۷۴**۰/۴۵**	۰/۹۱**۰/۷۷**	۰/۴۷**	۱.۰۰																		
KT	ضخامت مغز	۰/۲۱	۰/۳۵*	۰/۲۷	۰/۳۰	۰/۲۹	۰/۴۴**	۰/۱۹	۰/۵۲**۰/۷۰**	۰/۴۳**۰/۶۰**	۱.۰۰																	
KWt	وزن مغز	۰/۳۳*	۰/۴۷**	۰/۳۷*	۰/۴۰*	۰/۳۹*	۰/۵۹**۰/۳۴*	۰/۵۳**۰/۶۴**	۰/۶۴**۰/۶۶**	۰/۶۶**	۱.۰۰																	
RS	زمان رسیدن	-۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۳۱	۰/۱۷	۰/۲۷	۰/۱۵	۱.۰۰													
PUB	کرکدار بودن	۰/۱۴	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۰۰	۰/۲۳	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۱۲	۰/۳۳*	۰/۲۵	۱.۰۰												
CAV	عمق حفره دمگل	۰/۰۲	۰/۴۲**	۰/۵۰**	۰/۴۹**	۰/۵۰*	۰/۰۰	۰/۳۱	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	-۰/۲۶	-۰/۰۴	-۰/۳۱	۰/۰۴	۱.۰۰											
FrSt	چسبیدگی هسته	-۰/۲۲	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۰۰	۰/۱۶	-۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۲۵	۰/۱۲	۰/۰۲	۰/۳۳*	-۰/۱۰	۰/۴۹**	۰/۱۶	۱.۰۰										
TSS	مواد جامد محلول	-۰/۱	۰/۴۳**	۰/۴۱**	۰/۳۹*	۰/۴۰*	۰/۰۲	-۰/۰۶	۰/۲۰	۰/۱۲	-۰/۱۰	۰/۲۷	-۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۲۶	۰/۳۰	۰/۰۷	۱.۰۰									
TA	اسیدیته قابل تیتراسیون	-۰/۰۳	-۰/۴۶**	۰/۴۸**	-۰/۴۶**	-۰/۴۶**	۰/۰۲	-۰/۰۷	-۰/۱۹	-۰/۲۷	۰/۰۵	-۰/۲۹	-۰/۱۴	-۰/۱۸	-۰/۱۱	-۰/۰۵	۰/۳۹*	-۰/۰۳	-۰/۷۲**	۱.۰۰								
pH	pHآب میوه	۰/۰۸	۰/۴۲**	۰/۴۴**	۰/۴۲**	۰/۴۲**	-۰/۱۰	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۷	-۰/۱۵	۰/۱۶	-۰/۰۳	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۲۱	۰/۳۲	۰/۱۳	۰/۸۱**	-۰/۷۶**	۱.۰۰							
FlSz	اندازه گل	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۲۲	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۳۰	۰/۲۱	۰/۰۲	۰/۳۷*	-۰/۳۰	۰/۱۷	۰/۰۳	۰/۳۴*	-۰/۱۰	۰/۱۴	-۰/۰۹	۱.۰۰						
STYL	طول خامه به پرچم	۰/۳۱	۰/۳۶*	۰/۲۹	-۰/۳۵*	۰/۳۴*	-۰/۲۸	-۰/۲۹	-۰/۲۵	-۰/۱۷	-۰/۰۸	۰/۳۶*	۰/۰۲	-۰/۱۷	۰/۰۱	-۰/۲۱	۰/۰۷	-۰/۲۸	-۰/۲۴	۰/۲۵	-۰/۲۴	-۰/۰۴	۱.۰۰					
BLT	تاریخ اولین گلدهی	-۰/۱	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۲۷	-۰/۱۵	۰/۱۷	-۰/۱۳	-۰/۱۴	۰/۲۹	-۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۱۰	-۰/۰۸	-۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۶	-۰/۱۶	۰/۲۱	-۰/۱۳	-۰/۰۴	۱.۰۰				
FLT	تاریخ تمام گل	-۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۳۴*	-۰/۰۲	۰/۲۷	-۰/۰۳	-۰/۰۲	۰/۳۰	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۸	-۰/۲۰	-۰/۲۲	-۰/۲۰	۰/۱۸	-۰/۱۷	۰/۱۶	-۰/۲۹	-۰/۱۴۰/۸۱**	۱.۰۰				
FTP	تیپ گلدهی	۰/۰۸	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۰	۰/۱۲	-۰/۱۳	-۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۴۸**-۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۴	-۰/۲۱	۰/۱۳	-۰/۰۸	۱.۰۰			
RTT	TA به TSSنسبت	۰/۱۸	۰/۴۹**	۰/۴۹**	۰/۴۸**	۰/۴۸**	-۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۱۷	۰/۱۳	-۰/۰۸	۰/۲۶	۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۰۵	۰/۱۷	۰/۳۹*	۰/۱۰	۰/۸۶**-۰/۸۸**	۰/۸۶**-۰/۰۷	-۰/۲۹	۰/۱۵	۰/۱۷	-۰/۱۳۱.۰۰				
FGD	طول دوره رشد میوه	۰/۳۱	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۰۲	-۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۱۹	۰/۳۳*	۰/۱۳	۰/۲۸	۰/۱۵	۰/۹۸**	۰/۲۶	-۰/۲۳	-۰/۰۷	۰/۱۰	-۰/۰۸	۰/۰۷	-۰/۲۶	۰/۰۰	-۰/۰۹	-۰/۱۴	۰/۱۰	۰/۰۳۱.۰۰	

**، *: معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد.



شکل ۱- الگوی باندی حاصل از آغازگرBB-14 تصادفی RAPD
(نام کامل هر ژنوتیپ بر مبنای شماره در جدول ۱ آمده است.)

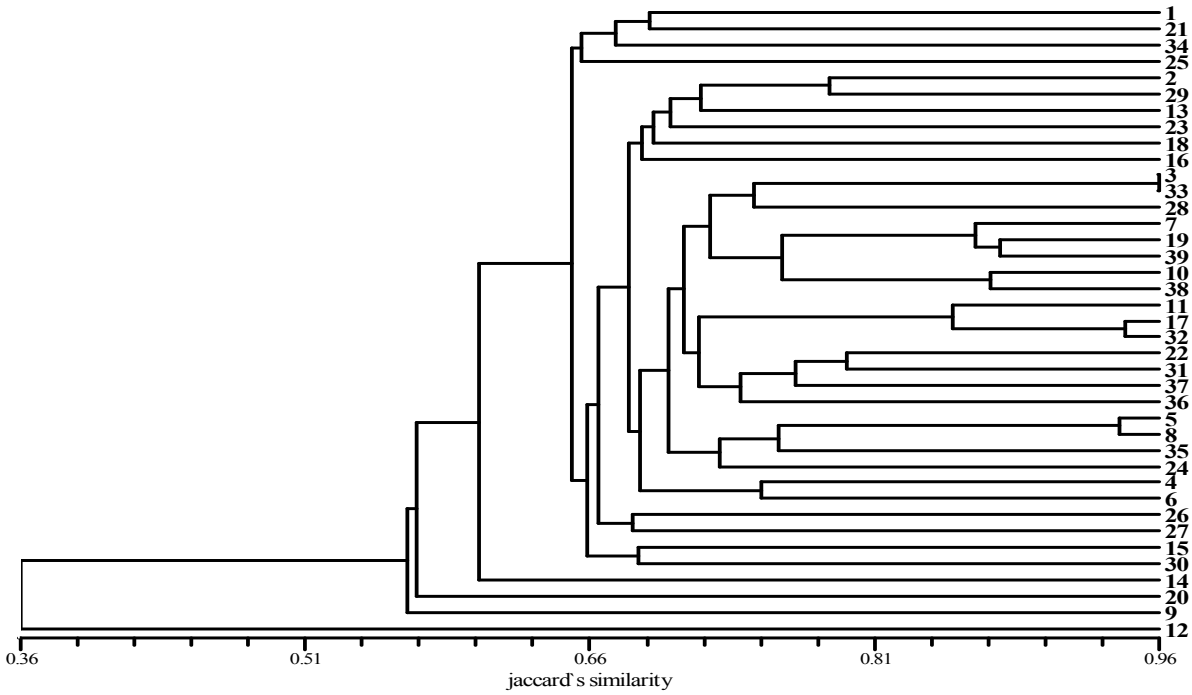
نتایج حاصل از ماتریس تشابه نشان داد که کمترین شباهت (۰/۳۰) بین ژنوتیپ‌های تنسگل و شاهرود-۴۸ و بیشترین شباهت (۰/۹۶) بین ارقام نوری پیش‌رس با نوری دیررس می‌باشد. میانگین تشابه بین کل ارقام و ژنوتیپ‌ها نیز برابر ۰/۷۲ به دست آمد.

رقم تنسگل حداقل تشابه را با سایر ارقام نشان داد و ضرایب تشابه بین رقم تنسگل با سایر ارقام کمتر از ۰/۵ بود. بررسی‌های مورفولوژیک نشان داد که ویژگی‌های

www.SID.ir

ظاهری این رقم حد واسط آلو و زردآلو است. کاستینا و ریبوف خصوصیات گونه‌ای از جنس *Prunus* با نام *P. dasycarpa* را تشریح کردند (Faust, 1998)، که به نظر می‌رسد رقم تنسگل متعلق به آن گونه باشد. بررسی‌های سیتولوژیکی و ملکولی بیشتری برای اثبات این موضوع ضروری به نظر می‌رسد.

در محاسبه ضریب کوفنتیکی که نشان‌دهنده همبستگی بین ماتریس و دندروگرام حاصله می‌باشد، مقدار r=۰/۹۲ به دست آمد که بیانگر همبستگی مناسب ماتریس تشابه و ماتریس حاصل از دندروگرام می‌باشد. در فاصله حدود ۰/۶۳ مقیاس کلاستر ژنوتیپ‌ها در ۵ گروه قرار گرفتند که منطبق بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی آنها می‌باشد (شکل ۲). بر اساس نتایج کلاستر، شاخه اول شامل تنسگل (شماره ۱۲) بود که شاخص ترین ویژگی آن دیرگلی و ماهیت آلو × زردآلو و یا تعلق آن به گونه دیگر می‌باشد. از دیگر خصوصیات آن رنگ متفاوت پوست شاخه‌های درخت و شباهت به پوست آلو، درختان کوچک‌تر نسبت به زردآلو و میوه‌های شبیه به آلو است. این رقم در فاصله ۰/۳۶ تشابه از بقیه ارقام و ژنوتیپ‌ها جدا شد. عدم تفکیک این رقم در تجزیه کلاستر حاصل از داده‌های مورفولوژیکی به علت سهم قابل توجه اندازه میوه، هسته و مغز در تجزیه صفات مورفولوژیک بوده است. در فاصله ۰/۶۱ تشابه ارقام ملایری (شماره ۹)، جهانگیری (شماره ۲۰) و قیسی-۲ (شماره ۱۴) هر کدام تشکیل گروه‌های تک فردی مستقل داده اند. رقم ملایری نیز از ارقام دیرگل است و رقم قیسی-۲ زودگل ترین رقم موجود در کلکسیون مشاهده شد.



شکل ۲- گروه‌بندی ۳۹ نمونه زردآلو با استفاده از ضریب تشابه جاکارد و روش UPGMA حاصل از داده‌های RAPD (نام کامل هر ژنوتیپ در جدول ۱ آمده است.)

بقیه ارقام همگی در یک گروه اصلی قرار گرفتند که در فاصله ۶۳ خود به دو گروه فرعی یا زیرگروه تقسیم شده است. زیر گروه اول شامل ارقام و ژنوتیپ‌هایی است که گروه‌بندی آنها منطبق بر خواستگاه و برخی خصوصیات مورفولوژیکی آنها بود. همه ارقام و ژنوتیپ‌هایی که از مناطق اطراف شاهرود جمع‌آوری شده بودند در این زیرگروه قرار گرفتند. همچنین ارقام قربان مراغه و استیوت مراغه که دارای خواستگاه یکسان (احتمالاً شهرستان مراغه) بودند، به همراه رقم قاضی جهان تشابه بسیار بالایی را نشان دادند (۰/۸۹ تا ۰/۹۳)

www.SID.ir

و در یک گروه قرار گرفتند. همچنین 'شاهپسند'، 'قوامی' و 'سفید دماوند' که شکل میوه آنها بسیار شبیه به هم بودند با نشانگر RAPD نیز تشابه بسیار بالایی را نشان دادند.

ارقام شاهرود-۲۹، قیسی-۱ و شاهرود-۴۲ که دارای شکل میوه مشابه بودند با رقم نخجوان تشابه بالایی را نشان دادند. چهار رقم که دارای مقادیر TSS بالاتری بودند ('مربایی'، 'شوقان'، 'نصیری' و 'میرزایی') تشکیل یک زیر گروه دادند. با وجود موارد فوق که تطابق گروه‌بندی ملکولی با برخی از ویژگی‌های مورفولوژیک را نشان می‌دهد، نشانگرهای به کار گرفته شده در این آزمایش نتوانستند ارقام را براساس زمان رسیدن آنها تفکیک کنند. 'دیررس دیزج' به عنوان دیررس‌ترین رقم موجود در کلکسیون بیشترین شباهت (۰/۷۸) را با رقم میان رس شمس نشان داد. 'نوری پیش‌رس' بیشترین تشابه را با یکی از دیررس‌ترین ارقام ('نوری دیررس') نشان داد (r= ۰/۹۶) که احتمالاً می‌تواند به دلیل جهش در یک صفت زمان رسیدن باشد. رقم دیررس جعفری بیشترین تشابه را با ژنوتیپ شاهرود-۴۱ نشان داد (۰/۸۷) و هر دوی آنها با 'قربان مراغه'، 'استیوت مراغه' و 'قاضی جهان' تشکیل گروهی را دادند که به گروه 'نوری دیررس' و 'نوری پیش‌رس' نزدیک است. همچنین ارقامی نظیر میرزایی، مربایی و شاهرود-۸ که ارقام نسبتا پیش‌رس محسوب می‌شوند نیز در کلاستر به صورت پراکنده قرار گرفتند. با توجه به شکل ۲ می‌توان نتیجه گرفت که مارکرهای به کار گرفته شده در تجزیه RAPD دارای قدرت کافی برای تفکیک ارقامی مانند تنسگل، ملایری و قیسی-۲ بودند.

کلاستر حاصله نشان داد که اگرچه تنوع قابل توجهی در بین ارقام مورد مطالعه وجود دارد ولی سطح تنوع اغلب آنها نزدیک به هم می‌باشد زیرا با توجه به اینکه اغلب ارقام در فاصله ۰/۶۵ تا۰/۸۰ تشابه از همدیگر تفکیک شدند، تمایز کمی در بین گروه‌های اصلی و فرعی در دندروگرام حاصل از ماتریس تشابه وجود دارد. این موضوع شاید ناشی از این امر باشد که به دلیل داشتن ژنوم نسبتا کوچک، میانگین ضریب تشابه ژنوتیپ‌های زردآلو بالا می‌باشد. اندازه ژنوم *Prunus armeniaca* حدود $۵/۸\times۱۰^{۸}$ جفت باز است که حدود ۲ برابر اندازه ژنوم *Arabidopsis thaliana* و در حدود ژنوم دو گونه مهم دیپلوئید در جنس *Prunus* با n=8 یعنی هلو ($۵/۸\times۱۰^{۸}$ جفت باز) و گیلاس ($۱۰^{۸} \times ۵/۸$ جفت باز) قرار دارد (Arumunganathan & Earle, 1991). اگرچه بیشتر تولید زردآلو در جهان در کشورهای تولیدکننده زردآلو از دانهال‌های تصادفی و یا ارقام محلی است (Bassi, 1991)، ولی بسیاری از ارقام در بسیاری از کشورهای تولیدکننده زردآلو به گروه اروپایی تعلق دارد که پایه ژنتیکی محدودی دارد (Mehlenbacker et al., 1991). این موضوع علاوه بر ژنوم کوچک که سبب کاهش سطح تنوع زردآلو می‌شود، ناشی از کاهش تدریجی تنوع ژنتیکی در طی روند گزینش و گسترش آن از آسیای مرکزی به طرف اروپا بوده است. بنابراین، ایران که به مرکز پیدایش زردآلو نزدیک‌تر است دارای تنوع غنی‌تری از زردآلو می‌باشد که لازم است با جمع‌آوری گسترده‌تری از ژنوتیپ‌ها و ارقام از مناطق مختلف ایران به این گستره ژنتیکی دسترسی بهتری پیدا نمود.

REFERENCES

1. Arumuganathan, K. & Earle, E. (1991). Nuclear DNA content of some important plant species. *Plant Molecular Biology Reporter*, 9, 208-218.
2. Asma, B. M., Kan, T. & Birhanli, O. (2007). Characterization of promising apricot (*Prunus armenica* L.) genetic resources in Malatya, Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54, 205-212.
3. Asma, B. M. & Ozturk, K. (2005). Analysis of morphological, pomological and yield characteristics of some apricot germplasm in Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 52, 305-313.
4. Badenez, M.L., Martinez-Calvo, J. & Lacer, G. (1998). Analysis of apricot germplasm from the European ecogeographical group. *Euphytica*, 102, 93-99.
5. Bassi, D. (1999). Apricot culture: present and future. *Acta Horticulturae*, 488, 35-40.
6. Byrne, D. H., Nikolic, A. N. & Burns, E. E. (1991). Variability in sugars, acids, firmness, and color characteristics of 12 peach genotypes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116, 1004-1006.
7. Casas, A. M., Igartua, E., Balaguer, G. & Moreno, M. A. (1999). Genetic diversity of *Prunus* rootstocks

Archive of SID

www.SID.ir

analyzed by RAPD markers. *Euphytica*, 110, 139-149.
8. De Giorgio, D. & Polignano, G. B. (2001). Evaluation the biodiversity of almond cultivars from germplasm collection field in Southern Italy. *Sustaining the Global Farm*, 56, 305-311.
9. FAO. (2007). *FAO statistical database*. Available at: http://apps.fao.org.
10. Faust, M., Surányi, D. & Nyujtó, F. (1998). Origin and dissemination of apricot. *Horticultural Review*, 22, 225-266.
11. Hormaza, J. I., Yamane, H. & Rodrigo, J. (2007). Apricot. In: *Genome mapping and molecular breeding in plants: fruits and nuts*. (pp. 171-178) Springer science.
12. Guerriero, R. & Watkins, R. (1984). *Revised descriptor list for apricot (Prunus armeniaca)*. IBPGR Secretariat, Rome, Italy.
13. Layne, R. E. C., Bailey, C. H. & Hough, L. F. (1996). Apricots. In*: Fruit breeding*, Vol. II. Tree and Tropical Fruits. (pp. 79–111.) John Wiley & Sons, New York, N.Y.
14. Mehlenbacher, S. A., Cociu, V. & Hough, L. F. (1990). Apricots (*Prunus*). *Acta Horticulturae*, 290, 65-107.
15. Ministry of Jihad Agriculture. (2007). *MJA statistical database*. Available at: http://www.mja.ir.
16. Murray, H. G. & Thompson, W. F. (1980). Rapid isolation of high molecular weight DNA. *Nucleic Acids Research*, 8, 4321-4325.
17. Perez-Gonzales, S. (1992). Associations among morphological and phenological characters representing apricot germplasm in central Mexico. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 117, 486-490.
18. Naghavi, M. R., Ghariazi, B. & Hosseini Salekdeh, G. (2008). *Molecular markers*. University of Tehran Press. (In Farsi).
19. Rehder, A. (1967). *Manual of cultivated trees and shrubs* (2nd ed.). Macmillan, New York, N.Y.
20. Wills, R. B., Scriven, F. M. & Greenfield, H. (1983). Nutrient composition of stone fruit (*Prunus spp.*) cultivars: apricot, cherry, nectarine, peach and plum. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34, 1383-1389.
21. Zhongping, C. (2007). Genetic characterization of different demes in *Prunus persica* revealed by RAPD markers. *Scientia Horticulturae*, 111, 242-247.

Archive of SID

www.SID.ir