نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال سیزدهم، شماره ۵۲، زمستان ۱۳۹۷ / صفحات: ۲۸-۱۶

تنوع فیتوشیمیایی، بیوشیمیایی و مولکولی انجیر (*Ficus carica* L.) در استان آذربایجان شرقی

اکبر قربانی[1*]، حمید حسن‌پور[1]، سزایی ارجیشلی[2]

[1] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

[2] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آتاترک، ارزروم، ترکیه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۵/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۲۵

چکیده

انجیر (*Ficus carica*) درخت بومی مناطق غرب و شرق مدیترانه از جمله ایران می‌باشد. ایران یکی از کشورهای مهم تولید کننده انجیر در جهان می‌باشد. در این پژوهش تنوع صفات بیوشیمیایی و فیتوشیمیایی میوه و تنوع مولکولی ۳۸ ژنوتیپ انجیر منطقه ارسباران استان آذربایجان شرقی در سال ۱۳۹۶ و در آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده از قبیل مواد جامد محلول، pH، شاخص طعم، ویتامین ث، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، آنتوسیانین، فلاونوئید و فنل کل میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. بطوریکه در بیشتر صفات بیوشیمیایی مورد بررسی تنوع بسیار بالایی مشاهده گردید. همچنین نتایج داده‌های مولکولی نیز نشان داد در مجموع ۱۳۱ باند تکثیر شده بود که از این میزان ۱۲۱ باند (۹۲ درصد) چند شکل بودند. میزان PIC برای آغازگرهای مورد استفاده در تجزیه ISSR بین ۰/۲۲ در آغازگر ISSR7 تا ۰/٤۷ در آغازگر ISSR20 متغیر بود. همچنین شاخص نشانگری از ۰/۵۱ تا ۲/۵۰ برای نشانگرهای ISSR7 و ISSR20 متفاوت بود. بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های مورد بررسی انجیر در دو گروه اصلی قرار گرفتند که اکثر ژنوتیپ‌های جمع آوری شده از کلیبر در گروه دوم قرار داشتند که نشان دهنده این است که موقعیت جغرافیایی ژنوتیپ‌های مورد بررسی انجیر عامل اصلی تفکیک آنها به وسیله این نشانگر می‌باشد. با توجه به نتایج حاصله می‌توان ژنوتیپ‌های Kh9 و H17 را برای برنامه‌های اصلاحی آینده پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، تجزیه خوشه‌ای، ظرفیت آنتی اکسیدانی، نشانگر ISSR، ویتامین C

مقدمه

انجیر خوراکی متعلق به تیره‌ی توت‌سانان می‌باشد. انجیرهای خوراکی و انجیرهای وحشی یا بَر متعلق به زیر جنس Eusyce در درون گونه *F. carica* هستند و فقط این جنس به خاطر میوه‌اش به صورت تجاری کشت و کار می‌شود. موطن اصلی انجیر نواحی مدیترانه بوده و به همین جهت آن را جزء میوه‌های مناطق نیمه گرمسیری طبقه‌بندی کرده‌اند (Janick and Paul, 2008) و مقاومت خوبی به دمای بالا و کم آبی دارد. درخت انجیر زمستان‌های ملایم را ترجیح داده و حساسیت بالایی به سرمای زمستان دارد (Faqih and Sarvestani, 2001). بر اساس آمارنامه فائو تولید سالانه انجیر در ایران بیش از ۷۰۱۷۸ تن می‌باشد که در رتبه چهارم دنیا قرار دارد (FAO, 2016) و بیشترین

*نویسنده مسئول: Akbarghorbani@atauni.edu.tr

Archive of SID

www.SID.ir

سطح زیرکشت و تولید آن در ایران مربوط به استان فارس است (Khadivi, 2010). همچنین سطح زیر کشت انجیر در استان آذربایجان شرقی ۸۲/۵ هکتار و تولید آن ۵۵٦ تن می‌باشد (Anonymous, 2016).

انجیر خشک از لحاظ تغذیه‌ای سرشار از مواد مغذی، مقدار زیادی فیبر، بدون کلسترول و تقریباً بدون چربی است. میوه‌ی انجیر حاوی مقادیر زیادی ترکیبات فنلی، فلاوونوئیدی و آنتوسیانینی است که از مهمترین آنتی اکسیدان‌های طبیعی می‌باشند. همچنین به دلیل برخورداری از خواص تغذیه‌ای بالا برای سلامتی مفید است (Gaaliche et al., 2012). میزان این ترکیبات از لحاظ کمی و کیفی در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف، متفاوت است که این موضوع بر طعم و مزه و خاصیت تغذیه‌ای ارقام و ژنوتیپ‌ها تاثیر دارد که در این راستا شناسایی و ارزیابی ارقام و ژنوتیپ‌ها، حائز اهمیت است (Faqih and Sarvestani, 2001).

بررسی تنوع ژنتیکی در گیاهان و جمعیت‌های گیاهی از نظر کاربردی مورد توجه است. روش‌های متداول اصلاح گیاهان بر اساس گزینش ژنوتیپ‌های مورد علاقه از بین تنوع ژنتیکی موجود و دست‌ورزی همه یا تعدادی از صفات ممکن و مورد علاقه در یک ژنوتیپ به‌منظور تولید یک واریته تجاری می‌باشد (Bagheri et al., 2008). مدیریت تنوع طبیعی موجود در ارقام اهلی و خویشاوندان وحشی یک گونه گیاهی در انجام یک برنامه موثر به منظور اصلاح گیاهان بسیار مهم است. زیرا یکنواختی ژنتیکی در گیاهان نامطلوب می‌باشد و گیاهانی تولید می‌شوند که نسبت به اپیدمی‌ها و متغیرهای محیطی آسیب پذیرند و این باعث کاهش عملکرد می‌شود. بسیاری از خویشاوندان وحشی گیاهان حاوی ژن‌هایی می‌باشند که باعث ایجاد مقاومت به تنش‌های غیر زیستی مانند خشکی، سرما و شوری می‌شوند (Naqvi et al., 2007).

امروزه از نشانگرها به‌طور فزاینده‌ای برای تشخیص روابط بین گونه‌ها استفاده می‌شود. استفاده از نشانگرهای ژنتیکی (RFLP، AFLP، SSR، ISSR[1] و RAPD) به‌عنوان ابزاری قدرتمند در جهت شناسایی تنوع ژنتیکی و شناسایی ژنوتیپ‌ها در انجیر مفید است. نشانگرهای ژنتیکی پایدارتر هستند و تحت تاثیر محیط قرار نمی‌گیرند (Condit, 1995).

Aytekin و Caliskan (۲۰۰۸) کیفیت میوه برخی ارقام تازه خوری انجیر ترکیه را مورد بررسی قرار دادند. آنها میزان مواد جامد محلول (TSS) را بین ۲۲/۷ تا ۲۷/۲ درصد، pH را بین ٤/۸ تا ۵/۳، میزان اسیدیته قابل تیتر (TA) را ۰/۲تا ۰/۳۸ درصد و نسبت TSS/TA را بین ۷۵/٤ تا ۱۳۹ بیان نمودند. همچنین Soni و همکاران (۲۰۱٤) در آزمایشی با بررسی میوه انجیر آن را از لحاظ عناصر کلسیم، منیزیم، فسفر و آهن غنی دانستند. همچنین بیان نمودند که انجیر دارای مقادیر مناسبی پروتئین و فیبر و همچنین متابولیت‌های ثانویه مانند فنل کل (۱۱ میکروگرم در میلی‌گرم وزن میوه)، فلاونوئیدها (۲/۷۵ میکروگرم در میلی‌گرم وزن میوه)، آلکالوئیدها (۹/٦ درصد) و ساپونین‌ها (۰/۵۹ درصد) می‌باشد.

Almajali و همکاران (۲۰۱۲) صفات مورفولوژیکی برگ و میوه و همچنین تنوع ژنتیکی ۲٤ رقم محلی انجیر و شش ژنوتیپ وحشی انجیر را با استفاده از نشانگرهای ISSR مورد بررسی قرار دادند. تنوع فنوتیپی و ژنتیکی بالا این مجموعه نشان داد که این مجموعه دارای ژن‌های مناسب برای برنامه‌های بهنژادی هستند. غربالگری با نشانگرهای ISSR حاکی از آن بود که جمعیت انجیر از مناطق مشابه دارای

1. Inter Simple Sequence Repeat Markers

Archive of SID

www.SID.ir

آل‌های مشابه بودند و این برای تشکیل بانک‌های ژن و تهیه مواد با زمینه ژنتیکی متفاوت مفید است.

با توجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای راجع به تنوع بیوشیمیایی و مولکولی انجیرهای ارسباران در آذربایجان شرقی صورت نگرفته است. لذا بررسی تنوع آنها می‌تواند جهت شناسایی ژنوتیپ‌های برتر بسیار موثر باشد. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی ژنوتیپ‌های مختلف انجیر منطقه ارسباران آذربایجان شرقی از لحاظ صفات مهم بیوشیمیایی و همچنین بررسی تنوع ژنتیکی با نشانگر ISSR می‌باشد.

مواد و روش‌ها

بررسی‌های بیوشیمیایی: در پژوهش حاضر ۳۸ ژنوتیپ انجیر از مناطق اطراف سه شهرستان هوراند، کلیبر و خداآفرین در استان آذربایجان شرقی جمع‌آوری گردیدند. برداشت میوه‌ها در مرحله رسیدگی تجاری صورت گرفت. موقعیت جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و محل جمع آوری ژنوتیپ‌ها در جدول ۱ آورده شده است. پارامترهای بیوشیمیایی مختلفی از قبیل pH، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، TSS، شاخص طعم میوه (TSS/TA) (Babazadeh, 2011) اندازه‌گیری شدند.

بررسی‌های فیتوشیمیایی: صفاتی از قبیل ویتامین ث، فنل کل و فلاونوئید کل (Krizek et al., 1988)، آنتوسیانین کل (Wagner, 1979) و ظرفیت آنتی اکسیدانی براساس روش DPPH (Brand-Williams et al., 1995) اندازه‌گیری شدند. در نهایت داده‌های حاصل از آنالیز بیوشیمیایی و **فیتوشیمیایی** در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS 18.1 آنالیز شدند و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ژنوتیپ‌های مورد بررسی انجیر در استان آذربایجان شرقی

شماره	ژنوتیپ	محل جمع آوری	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)
۱	H1	هوراند	۳۸° ۴۹'	۴۷° ۲۲'	۹۹۲
۲	H2	هوراند	۳۸° ۴۹'	۴۷° ۲۲'	۹۶۷
۳	H3	هوراند	۳۸° ۴۹'	۴۷° ۲۲'	۹۳۳
٤	H4	هوراند	۳۸° ۴۹'	۴۷° ۲۳'	۸۹۶
۵	H5	هوراند	۳۸° ۴۹'	۴۷° ۲۳'	۸۶۶
۶	H6	هوراند	۳۸° ۵۰'	۴۷° ۲۴'	۸۲۶
۷	H7	هوراند	۳۸° ۵۰'	۴۷° ۲۴'	۷۸۷
۸	H8	هوراند	۳۸° ۵۰'	۴۷° ۲۴'	۷۵۸
۹	H9	هوراند	۳۸° ۵۰'	۴۷° ۲۳'	۸۵۶
۱۰	H10	هوراند	۳۸° ۵۰'	۴۷° ۲۲'	۹۳۳
۱۱	H11	هوراند	۳۸° ۵۰'	۴۷° ۲۳'	۹۷۲
۱۲	H12	هوراند	۳۸° ۵۰'	۴۷° ۲۳'	۹۸۸
۱۳	H13	هوراند	۳۸° ۵۰'	۴۷° ۲۳'	۱۰۶۳
۱٤	H14	هوراند	۳۸° ۵۰'	۴۷° ۲۳'	۱۰۶۵
۱۵	H15	هوراند	۳۸° ۵۰'	۴۷° ۲۱'	۱۱۰۳
۱۶	H16	هوراند	۳۸° ۵۰'	۴۷° ۲۱'	۱۱۵۵
۱۷	H17	هوراند	۳۸° ۵۰'	۴۷° ۲۱'	۱۲۲۶

Archive of SID

www.SID.ir

۱۸	K1	کلیپر	۳۸° ۵۱'	۴۷° ۲۲'	۱۱۱۰
۱۹	K2	کلیپر	۳۸° ۵۱'	۴۷° ۲۲'	۱۱۱۸
۲۰	K3	کلیپر	۳۸° ۵۰'	۴۷° ۲۲'	۱۱۴۴
۲۱	K4	کلیپر	۳۸° ۵۰'	۴۷° ۳'	۱۱۶۵
۲۲	K5	کلیپر	۳۸° ۵۰'	۴۷° ۳'	۱۱۶۸
۲۳	K6	کلیپر	۳۸° ۵۰'	۴۷° ۳'	۱۲۹۴
۲۴	K7	کلیپر	۳۸° ۵۰'	۴۷° ۳'	۱۵۳۹
۲۵	K8	کلیپر	۳۸° ۵۰'	۴۷° ۵'	۱۶۸۷
۲۶	K9	کلیپر	۳۸° ۵۰'	۴۷° ۵'	۱۷۳۰
۲۷	Kh1	خداآفرین	۳۹° ۸۰'	۴۶° ۵۸'	۲۹۲
۲۸	Kh2	خداآفرین	۳۹° ۸۰'	۴۶° ۵۸'	۳۰۵
۲۹	Kh3	خداآفرین	۳۹° ۸۰'	۴۶° ۵۸'	۳۱۵
۳۰	Kh4	خداآفرین	۳۹° ۸۰'	۴۶° ۵۸'	۳۱۲
۳۱	Kh5	خداآفرین	۳۹° ۸۰'	۴۶° ۵۷'	۳۲۰
۳۲	Kh6	خداآفرین	۳۹° ۸۰'	۴۶° ۵۸'	۳۳۸
۳۳	Kh7	خداآفرین	۳۹° ۸۰'	۴۶° ۵۸'	۳۴۸
۳۴	Kh8	خداآفرین	۳۹° ۸۰'	۴۶° ۵۸'	۳۷۸
۳۵	Kh9	خداآفرین	۳۹° ۸۰'	۴۶° ۵۹'	۴۲۰
۳۶	Kh10	خداآفرین	۳۹° ۸۰'	۴۶° ۵۸'	۳۷۹
۳۷	Kh11	خداآفرین	۳۹° ۸۰'	۴۶° ۵۹'	۴۳۹
۳۸	Kh12	خداآفرین	۳۹° ۸۰'	۴۶° ۵۹'	۵۵۱

بررسی‌های مولکولی

جدول ۲: والی آغازگرهای ISSR مورد استفاده برای بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های انجیر

آغازگر	توالی	دمای اتصال (C°)
ISSR1	CACACACACACACACARG(18)	۵۴/۸
ISSR2	CACACACACACARY(14)	۴۲
ISSR3	GACAGACAGACAGACA(18)	۴۹/۲
ISSR4	BDBDCACACACACACAC(17)	۵۱/۹
ISSR5	BDBCACCACCACCACCA(18)	۵۹/۷
ISSR6	DGCCACCACCACCACCA(17)	۵۸/۴
ISSR7	DDBCCACCACCACCACC(18)	۵۹
ISSR8	VVHTTGTTGTTGTTGTTG(17)	۴۸/۳
ISSR9	GACGACGACGACGAC(15)	۵۳/۳
ISSR10	ACTCACTCACTCACTC(16)	۴۹/۳
ISSR11	CTGAGAGAGAGAGAGAGAG(19)	۵۶/۷
ISSR12	GAGAGAGAGAGAGAGAC(17)	۵۲/۸
ISSR13	GTGTGTGTGTGCG(14)	۴۴

Archive of SID

www.SID.ir

ISSR14	GAGAGAGAGAGACC(14)	٤٤
ISSR15	CTCTCTCTCTCTCTCTAC(18)	٥٣/٧
ISSR16	GACACACACACACACACAC(19)	٥٦/٧
ISSR17	CCACTCTCTCTCTCTCTCT(19)	٥٦/٧
ISSR18	ATGATGATGATGATGATG(18)	٤٦/٩
ISSR19	GGAAGAGAGAGAGAG(15)	٤٧/٨
ISSR20	GGGTGGGGTGGGGTG(15)	٥٨/٨
ISSR21	AGAGAGAGAGAGAGAGGC(18)	٥٦

B= not A, D= not C, H= not G, V= not T, Y= C or T

در ابتدا نمونه‌های برگی از منطقه ارسباران جمع‌آوری (جدول ۱) و داخل تانک ازت به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه منتقل شدند. استخراج DNA به روش CTAB انجام شد (Vrohbi et al., 1996). واکنش زنجیره‌ای پلیمراز با استفاده از دستگاه ترموسایکلر (Q-cycler England) شامل: دو میکرولیتر DNA ژنومی، ۵/۵ میکرولیتر کیت PCR و ۱/۲ میکرولیتر از ۲۱ آغازگر مولکولی بود (جدول ۲)، در نهایت حجم واکنش با اضافه کردن ۱/۳ میکرولیتر آب مقطر به ۱۰ میکرولیتر رسانده شد. چرخه حرارتی به‌ترتیب شامل یک مرحله واسرشت سازی اولیه در دمای ۹٤ درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ٤ دقیقه، سپس ۳٦ سیکل حرارتی، در هر چرخه نیز زمان و دمای واسرشت سازی به‌ترتیب ٦۰ ثانیه در ۹٤ درجه سانتی‌گراد، زمان اتصال ٦۰ ثانیه و دمای آن با توجه به دمای اتصال هر آغازگر و همچنین زمان و دمای توسعه رشته نیز به‌ترتیب ۹۰ ثانیه در ۷۲ درجه و در نهایت ۱۰ دقیقه در ۷۲ درجه نگهداری شد (Baali-Cherif and Besnard, 2005). در نهایت محصول PCR بر روی ژل آگاروز ۱/۵ درصد ران شد.

سپس باندها بر روی ژل امتیازدهی شد و داده‌ها براساس ۱ (وجود باند) و ۰ (عدم وجود باند) در نرم‌افزار اکسل وارد شد. تعداد باندهای تکثیر شده و تعداد باندهای چند شکل با استفاده از داده‌های اکسل و درصد چند شکلی، میزان اطلاعات پلی مورفیک و شاخص نشانگر با نرم افزار PopGen32 و همچنین تجزیه خوشه‌ای به روش Dice با نرم افزار DARwin تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج

صفات فیتوشیمیایی و بیوشیمیایی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که صفات TSS، pH، TA، TSS/TA، ویتامین ث، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، آنتوسیانین کل، فلاونوئید کل و فنل کل در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار می‌باشند (جدول ۳).

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ٤)، بیشترین (۲۰/٤) و کمترین (۹ درصد) میزان TSS به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های H3 و Kh7، بیشترین (۵/۳) و کمترین (۳) میزان pH به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های H3 و Kh12، بیشترین (۰/۵۷) و کمترین (۰/۲۲ درصد) میزان TA به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های H11 و Kh2، بیشترین (۳/۱۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن‌تر) و کمترین (۰/۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن‌تر) میزان ویتامین ث به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های Kh3 و Kh9، بیشترین (٦٤ درصد) و کمترین (۱۰/۳ درصد) میزان ظرفیت آنتی اکسیدانی به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های H4 و H13، بیشترین (۰/۹۳۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) و کمترین (۰/۱۰۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، محتوی آنتوسیانین کل به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های KH7 و Kh10،

Archive of SID

www.SID.ir

بیشترین (٤/٨٣ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن‌تر) و کمترین (۰/٤٤ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن‌تر) محتوی فلاونوئید کل به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های H3 و H12، بیشترین (۲/٦٦ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر معادل اسید گالیک) و کمترین (۰/۷۲ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر معادل اسید گالیک) مقدار فنل کل به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های Kh12 و K9 بود.

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های بیوشیمیایی و فیتوشیمیایی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه انجیر در استان آذربایجان شرقی

	میانگین مربعات (MS)								
منبع تغییرات	درجه آزادی	TSS	pH	TA	TSS/TA	ویتامین ث	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی	آنتوسیانین کل	فلاونوئید کل	فنل کل
ژنوتیپ	۳۷	۲۳/۳٦**	۱/۲۱**	۰/۰۲٦**	٥۲۲**	۱/٥٥**	۱۰٦۲/۷**	۰/۱۱۹**	٤/۱٥**	۰/۹٤**
خطای آزمایشی	۷٦	۰/٦۲	۰/۱٥	۰/۰۰۰۱	۱۲/۸	۰/۰۲	۷/۷	۰/۰۰۲	۰/۰٥	۰/۰۳
ضریب تغییرات(%)		۱۸	۱٦	۲٤	۳۲	۲۱	۲۷	۱٥	۲۰	۱۲

** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ٤: مقایسه میانگین صفات بیوشیمیایی و فیتوشیمیایی میوه در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه انجیر در استان آذربایجان شرقی

ژنوتیپ	TSS (%)	pH	TA (%)	شاخص طعم (TSS/TA)	ویتامین ث (mg/100g)	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (٪)	آنتوسیانین کل (mg/100g)	فلاونوئید کل (mg/100g)	فنل کل (mg/g)
H1	۱۹/۲ ab	٥/۰٦ abc	۰/۳۱۳ nop	٦۱/۲b	۱/۱٦ j-m	٥۷ d	۰/٤۷۰ cde	۲/٦٤ hij	۱/٥۸ g-j
H2	۱۸/٦ bcd	۳/۷ g-m	۰/۳۲۳ hij	٥۷/٥۸c	۱/۲٦ jkl	٦٤ c	۰/٥٥۰ b	۳/۸٦ c	۱/٤۹ g-j
H3	۲۰/٤ a	٥/۳ a	۰/۳۷ km	٦۳/۹b	۱/۰٦ klm	٤٦ ef	۰/۲۲۳ g-k	٤/۸۳ a	۱/۸ efg
H4	۱٦/٤ efg	۳/۹ f-k	۰/۳۳۰ km	٤۹/۰٤d	۰/۹۳ lm	۸۰ a	۰/۳۷۳ fg	۳/٥۳ cde	۰/۷۹ l
H5	۱۸/٦ bcd	٥/۰٦ abc	۰/٤۱٤ no	٤٤/۱de	۱/۸٦ h	۳۰ jk	۰/۳۷۳ fg	۰/۹۷۳ lmn	۱/۰٦ kl
H6	۱٦/۳ efg	٤/۲ d-i	۰/٤۱۳ ijk	۳۹/۷ef	۱/٦۳ hi	٦۹ b	۰/٤۷۰ cde	۲/۲۳ j	۲/۲۱ bcd
H7	۱۳/٦ j-m	۳/٦٦ h-m	۰/۲۸٦ ijkl	٤۷/۱d	۰/۸۳ mn	۳۷ hi	۰/٥۲۰ bc	۲/٦۳ hij	۲/۲۲ bcd
H8	۱۹/۲ abc	٥ abc	۰/٤٤۰ n-q	٤۳/۹de	۰/۹٦ lm	٦۰/۳ cd	۰/۳۹۳ cde	۲/۹۲ fgh	۲/٥۲ ab
H9	۱٥/۳ fgh	٤/۰٦ e-j	۰/۳۲۳ hij	٤۷/۸d	۰/٦۲ m	۳٦ hi	۰/۳٥۰ fg	۲/۹۰ fgh	۲/۳۸ a-d
H10	۱٤/۸ g-i	۳/۸۳ g-m	۰/۳٦٦ km	٤۰/٦ef	۱/٦٦ hi	٤۳/٦ lm	۰/۱۸٦ i-m	۱/۲٤ klm	۲/۳۸ a-d
H11	۱۹/۷ ab	٥/۰٦ abc	۰/٥۷۰ a	۳٤/۱hij	۲/۳۰ def	۳٥/۱ hij	۰/۳۰۰ gh	۱/٦٥ k	۲/۲٥ bcd
H12	۱٤ h-l	۳/۸۳ g-m	۰/۳۰۰ opq	٤٦/٦d	۱/۲۳ j-m	۲۱/۳ lmn	۰/۱۳۳ lm	۰/٤٤ o	۲/٤۸ abc
H13	۱٥ g-j	۳/۳٦ j-m	۰/٤٤٦ g-j	۳۳/٤hij	۲/۳۰ def	۱۰/۳ r	۰/۱۳۰ lm	۱/۳۹ klm	۲/۳٤ a-d
H14	۱٥/٥ d	٤/٤٦ b-g	۰/۳۹۳ klm	۳۹/٤ef	۱/۹۳ gh	۲۱/۳ mno	۰/۳۰۰ gh	۰/٦٤ no	۲/٤۸ abc
H15	۱٥/۷ fgh	٤/۳ c-i	۰/٥۱۰ bc	۳۰/۳j	۲/۲۳ ef	۲٤ lm	۰/۲۰۰ h-l	۰/۷۳ no	۰/۷۳ l
H16	۱۲/٦mno	۳/٦ h-m	۰/٤٦۰ fghi	۲۷/٤jk	۲/٥۰ cde	۱۷/۳ nop	۰/۳۹٦ def	۱/٥۸ kl	۱/۳ h-k
H17	۱۷/٤ cde	٤/۷ a-f	۰/۲۸٦ n-q	٦۰/۱b	۱/٤۳ ijk	٥۰ e	۰/٤۹۳ bc	۲/۹ fgh	۱/۳ h-k
K1	۱۸/۲ bcd	٥/۱٦ ab	۰/٤۸۰ d	۳۷/۷fg	۲/۷۰ bc	٥۰ e	۰/۱٤۳ klm	۳/۰۱ fgh	۱/۷٤ fgh

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ٤:

ژنوتیپ	TSS (%)	pH	TA (%)	شاخص طعم (TSS/TA)	ویتامین ث (mg/100g)	ظرفیت آنتی اکسیدانی (٪)	آنتوسیانین کل (mg/100g)	فلاونوئید کل (mg/g)	فنل کل (mg/g)
K2	١٤/٦ g-j	٣/٨٦ g-l	٠/٤١٦ ijk	٣٥/٦ghi	٢/٥ cde	٣٩ gh	٠/٣٩٣ cde	٢/٣٨ ij	٢/٢٥ bcd
K3	١٦/٦ h-j	٤/٨ a-e	٠/٣٤٣ mn	٤٨/٤d	٢/٦٦ bc	٦٣/٦ c	٠/٢٤٠ g-j	٣/٢٧ def	١/٣ h-k
K4	١٦/٣ efg	٤/٩٣ bcd	٠/٢٥٣ qr	٦٤/٣b	١/٦٦ hi	٤٦ ef	٠/١٨٦ i-m	٠/٩٧ lmn	١/٥٤ g-j
K5	١٨/٣ bcd	٥/٠٣ abc	٠/٢٣٦ r	٧٧/٢a	٠/٩٣ lm	٤٠/٦ gh	٠/١٦٠j-m	١/٢٤ klm	٢/١٣ cde
K6	١٧/٧ bcd	٤/٧٣ a-e	٠/٥٠٠ cde	٣٥/٤ghi	٢/٨٠ bc	٢٤/٦ l	٠/٢٥٠ ghi	٢/٣٤ ij	١/٢٦ h-k
K7	١٦/٤ efg	٤/٨٦ abcd	٠/٤٣٠ hij	٣٨/٧fg	٢/٨٣ b	٤٢/٦ fg	٠/٤٧٣ bcd	٣/٢٧ def	١/٧٦ fg
K8	١٤/٥ g-k	٣/٩٣ f-k	٠/٤٧٠ e-h	٢٩/٨ij	٢/٢٠ fg	٢٣/٦ lm	٠/٣٨٣ ef	٠/٨١٠mno	١/٢٦ kl
K9	١٣/٢ lmn	٣/١٣ lm	٠/٤٠٠ j-m	٣٣/٨hij	٢/٥٦ bcd	١٢/٣ pqr	٠/١٣٠lm	٢/٦٤ jij	٠/٧٢ l
Kh1	١٣/٥ jklm	٣/٦٣ h-m	٠/٣١٣ nop	٤٣/٩de	١/٤٣ ijk	٢١/٣ lmn	٠/٢٤٣ g-j	٣/١٠ fgh	١/٥٨ g-j
Kh2	١٦/٤ c-f	٤/٧٠ a-f	٠/٢٢٣ r	٧٤ab	١/٤٣ ijk	١٦/٣٠ gh	٠/١٨٦ i-m	٠/٧٨ mno	٢/٣٣ a-d
Kh3	١٣/٩ h-l	٣/٨٦ g-l	٠/٤٨٣ c-f	٢٨/٢jk	٣/١٣ a	٤٠/٦ nop	٠/٢٣٠ g-j	٢/٨٢ gh	٠/٨١ l
Kh4	١٧/٤ de	٤/٣٠ c-i	٠/٤٧٦ d-g	٣٥/٤ghi	١/٦٣ hi	١١/٤ qr	٠/٢٧٣ gh	١/٣٩ klm	١/٢٥ jk
Kh5	١٦/٨ fghi	٤/٤٠b-h	٠/٤١٣ i-l	٤٠ef	٢/٥٦ bcd	١٤/٣ opq	٠/١٦٦ i-m	٤/٤٠ b	٢/٥٤ ab
Kh6	١٠/٥٣ p	٤/٣٠ c-i	٠/٢٧٣ n-q	٣٨/٣fg	١/٨٦ h	٢٥/٦ kl	٠/١٦٣ i-m	٢/٧٣ ghi	١/٥٤ g-j
Kh7	٩ r	٣/٢٠ klm	٠/٢٥٣ qr	٣٥/٧ghi	١/٩٣ gh	١٥/٤٠ opq	٠/٩٣٣ a	٣/١٣ efg	٢/١٨ bcd
Kh8	١١/٣٣ op	٣/٨٦ g-l	٠/٥٤ b	٢٠/٣l	٠/٩٣ lm	١١/٣ qr	٠/١٢٠ lm	٠/٧٦ no	٢/٣٤ a-d
Kh9	١٣/٢ lmn	٤/٣ c-i	٠/٢٣٠ r	٥٧/٢c	٠/٢٥ n	٣٢/٦ ij	٠/١٠٦ m	٢/٦٠ hij	١/٦٥ fgh
Kh10	١٠/٥٣ p	٣/٨ g-l	٠/٣٧٣ km	٢٨/٨jk	٠/٨١ mn	٢٤/٦ lm	٠/١٠٣ m	١/٤٠ kl	١/٧١ fgh
Kh11	١٢ on	٣/٦٦ h-m	٠/٤٦٠ f-i	٢٦/٦k	١/٥٣ ij	١٥/٣ opq	٠/٩٣٣ a	٤/٤٦ ab	٢/٣٥ a-d
Kh12	١٣/٤ klm	٣ m	٠/٣٨٠ lm	٣٥/١ghi	١/٧٣ hi	١٢ qr	٠/١٣٦ lm	٣/٦٣ cd	٢/٦٦ a

*: حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده این است که اختلاف معنی‌داری بین اعداد وجود ندارد.

آنالیز مولکولی: در این پژوهش، در مجموع ١٣١ باند تکثیر شـــده بود که از این میزان ١٢١ باند (٩٢٪) چند شـکل بودند. تعداد باند تکثیر شده بین ٣ (ISSR3) تا ١٠ عـدد (ISSR5) بـاند متغییر بود. میانگین آلل برای هر لوکوس٦/٢٣ می‌باشد. میزان PIC برای آغازگرهای مورد اســـتفـاده در تجزیه ISSR بین ٠/٢٢ در آغازگر ISSR7 تـا ٠/٤٧ در آغـازگر ISSR20 متغیر بود. در شاخص آغازگر نیز آغازگرها متغییر بودند، بطوری که کمترین میزان برای آغازگر ISSR7 (٠/٥١) و بیشترین مقـدار برای آغـازگرهـای ISSR20 (٢/٥) و ISSR6 (٢/٦١) بود در مجموع متوســـط PIC برای تمـامی آغازگرها ٠/٢٦ محاسبه گردید (جدول ٥ و شکل ١).

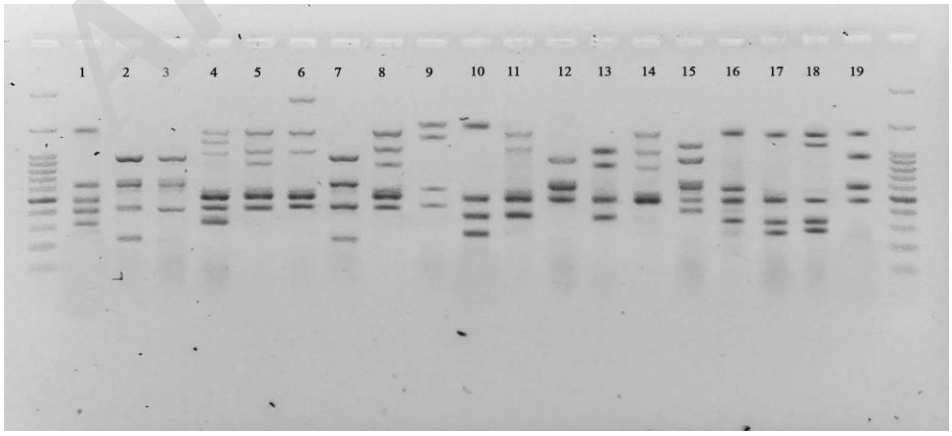
تجزیه خوشـــه‌ای: با توجه به نتایج بدســـت آمده از تجزیه خوشه‌ای براساس داده‌های مولکولی (شکل ٢)، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه انجیر در دو گروه اصلی قرار گرفتنـد کـه در گروه اول ژنوتیپ‌های kh8، kh5، H7، K3، H17، H6، K1، Kh2، K4، H11، K9، K2، Kh3، K7، H2، K6، H1، H12، H13، Kh1، H3، K8 و H4 بودنـد و در گروه دوم ژنوتیـپ‌های Kh7، K5، Kh11، H15، H14، H5، H9، H8، H10، Kh4، Kh6، H16، Kh12، Kh9 و Kh10 قرار گرفتنـد. همچنین گروه دوم دارای دو زیرگروه اصلی بود که ژنوتیپ‌های K5، Kh7، Kh11، H15 و H14 در زیر گروه اول و ژنوتیـپ‌هـای H5، H9، H8، H10، Kh4، Kh6، H16، Kh12، Kh9 و Kh10 در زیرگروه دوم قرار گرفتنـد. همـانطور کـه در نتـایج تجزیـه خوشـــه‌ای مولکولی مشـــخص اســـت اکثر ژنوتیپ‌های کلیبر در گروه دوم قرار گرفته‌اند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵: شاخص‌های بررسی شده در ۲۱ نشانگر ISSR در ۳۸ ژنوتیپ مورد مطالعه انجیر

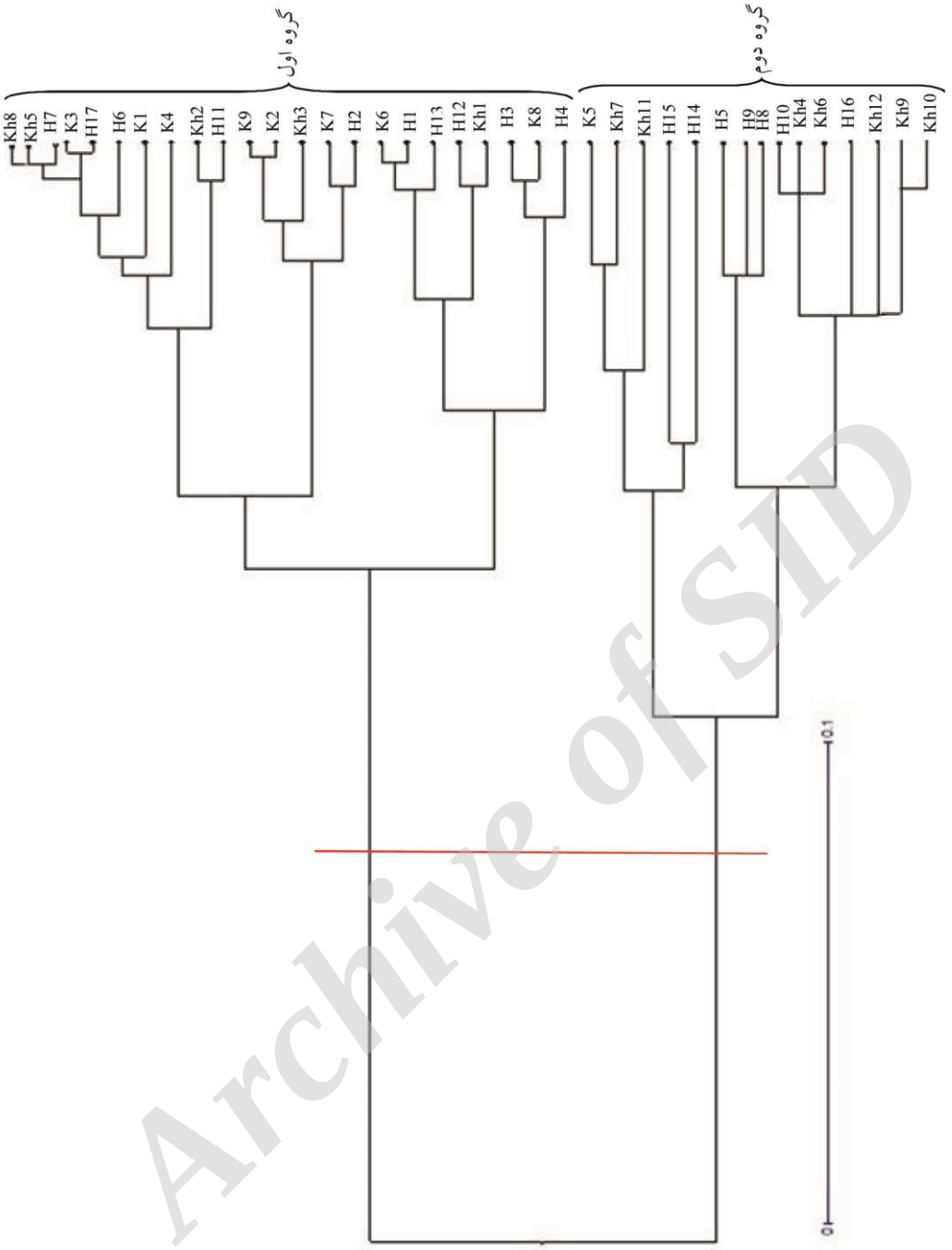
آغازگر	تعداد باندهای تکثیر شده (NSB)	تعداد باندهای چند شکل (NPB)	درصد چند شکلی P%	میزان اطلاعات پلی مورفیک (PIC)	شاخص نشانگر (MI)
ISSR1	۵	۵	۱۰۰	۰/۲۵	۱
ISSR2	۵	۵	۱۰۰	۰/۳۷	۱/٦
ISSR3	٤	٤	۱۰۰	۰/۲۹	۰/۹٦
ISSR4	٦	٦	۱۰۰	۰/۲۸	۰/٦۹
ISSR5	۱۰	۱۰	۱۰۰	۰/٤۱	۱/٤
ISSR6	۹	۹	۱۰۰	۰/۳۸	۲/٦۱
ISSR7	۵	٤	۸۰	۰/۲۲	۰/۵۱
ISSR8	٦	٤	٦٦	۰/۳۲	۲/۱۳
ISSR9	٦	۵	۸۳	۰/۳۱	۱/۹
ISSR10	۸	۸	۱۰۰	۰/۲۵	۰/۸۵
ISSR11	٦	٦	۱۰۰	۰/۳۰	۱/۵۵
ISSR12	۵	۵	۱۰۰	۰/۲۵	۱
ISSR13	۵	۳	٦۰	۰/۳۰	۱/۱
ISSR14	۷	٦	۸۵	۰/۳۱	۰/۹۵
ISSR15	۷	۷	۱۰۰	۰/۲۹	۱/۱۹
ISSR16	۵	۵	۱۰۰	۰/٤۳	۲/۲
ISSR17	۸	۷	۸۷	۰/٤۲	۱/۸
ISSR18	٦	۵	۸۳	۰/۲۳	۱
ISSR19	۵	۵	۱۰۰	۰/۲٦	۱/۰٦
ISSR20	۸	۸	۱۰۰	۰/٤۷	۲/۵
ISSR21	۵	٤	۸۰	۰/۲٦	۱/۵
میانگین	٦/۲۳	۵/۷۵	۹۱/٦	۰/۳۱	۱/٤۰
جمع	۱۳۱	۱۲۱	–	–	–



شکل ۱: الگوی نواری برخی از ژنوتیپ‌های انجیر مورد مطالعه انجیر با آغازگر ISSR8

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲: دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای داده‌های مولکولی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه انجیر به روش الگوریتم Ward و براساس ضریب Dice

Archive of SID

www.SID.ir

بحث

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی دارای تنوع ژنتیکی مطلوبی بودند. Kaykhah و همکاران (۲۰۱۵)، صفات بیوشیمایی را در سه ژنوتیپ انجیر گلبهار، کمال آباد و رضوان ٤١ در استان گلستان مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که بین صفات اسیدیته، فنل کل، آنتوسیانین کل، فلاونوئید کل و میزان TSS در ژنوتیپ‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌دار وجود داشت. آنها همچنین این پارامترها را در محصول تابستانه و بهاره نیز بررسی و بیان کردند که حتی در این سطح نیز یعنی بین محصول تابستانه و بهاره یک ژنوتیپ اختلاف معنی‌داری وجود دارد و در کل محصول تابستانه مقادیر بیشتری از مواد جامد محلول و اسیدیته اما مقدار کمتری ترکیبات فنلی داشتند. همچنین بیان شد که در محصول تابستانه میزان گلوکز و فروکتوز بیشتر است، ولی ساکارز، مالتوز و غلظت کل اسید بسیار کم می‌باشد. صفات قند و اسید از فاکتورهای مهم مزه میوه می‌باشند. بالا بودن میزان قند بویژه برای انجیرهای خشک بسیار مطلوب می‌باشد (Karacali, 2002). همچنین Polat و Ozkaya (۲۰۰۵) صفات پومولوژیکی ٢٤ ژنوتیپ و رقم را در ترکیه مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که میزان مواد جامد محلول (TSS) بین ۲۰ تا ۲۷ درصد و میزان اسیدیته قابل تیتر میوه بین ۰/۰۹ تا ۰/۲٦ درصد بود. براساس پژوهش صورت گرفته توسط Aytekin و Caliskan (۲۰۰۸) در ارقام تازه‌خوری انجیر ترکیه، میزان مواد جامد محلول (TSS) بین ۲۲/۷ تا ۲۷/۲، pH بین ٤/۸ تا ۵/۳، میزان اسیدیته قابل تیتر (TA) ۰/۲ تا ۰/۳۸ درصد بود که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. البته میزان TSS در پژوهش Aytekin و Caliskan (۲۰۰۸) به دلیل اینکه روی ارقام تازه‌خوری صورت گرفته بود بالاتر از پژوهش حاضر بود که روی ژنوتیپ‌های وحشی انجیر انجام گرفته است. Soni و همکاران (٢٠١٤) در آزمایشی با بررسی میوه انجیر میزان فنل کل را ۱۱ میکروگرم در میلی‌گرم وزن‌تر، فلاونوئید کل را ۲/۷۵ میکروگرم در میلی‌گرم وزن‌تر، آلکالوئیدها را ۹/٦ درصد و ساپونین‌ها را ۰/۵۹ درصد بیان کردند. Halverson و همکاران (۲۰۰۲) بیان کردند که میزان آنتوسیانین انجیرهای ازمیری (رنگ زرد) کمتر از انار، انگور، آلو ولی بیشتر از پاپایا، انبه، سیب و موز می‌باشد. بیشترین میزان آنتوسیانین‌ها و فلاونوئیدها در پوست انجیر بود. بطوری که Solomon و همکاران (۲۰۰٦) میزان آنتوسیانین پوست انجیر را بطور متوسط ۲۷ و داخل گوشت آن را ۰/۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن‌تر میوه و میزان فلاونوئید کل در پوست را ٤۵ و در گوشت میوه را ۵/۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن‌تر میوه ذکر کردند. میزان فلاونوئید کل و آنتوسیانین به شدت به رنگ میوه بستگی دارد بطوری که آنها با مطالعه شش رقم انجیر ترکیه شامل میسون (Mission) به رنگ سیاه، چچیک (Chechick) قهوه‌ای تیره، براون ترکی (Brown-Turkey) قهوه‌ای متمایل به بنفش، بورسا (Bursa) قهوه‌ای، برانسوئیک (Brunswick) زرد کمی قرمز رنگ و کادوتا (Kadota) زرد بیان کردند که به ترتیب میزان آنتوسیانین کل در این شش رقم و در پوست میوه ۲۷/۳، ۷/۷، ٦/۵، ٤/۱، ۰/۷ و صفر میلی‌گرم ۱۰۰ گرم وزن‌تر میوه و میزان فلاونوئید کل در پوست میوه ٤۵/٦، ٤۲/۹، ۱۳/٤، ۱۰/۱، ۳/۸، ۲/۲ میلی‌گرم ۱۰۰ گرم وزن‌تر میوه بود. در این پژوهش میزان آنتوسیانین در پوست و گوشت میوه تفاوت بالایی داشت، در پژوهش حاضر پارامترهای بیوشیمایی در کل میوه اندازه‌گیری شده بود که در مورد آنتوسیانین دامنه‌ای بین ۰/۱ تا ۰/۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن‌تر میوه متغییر بود. همچنین Kaykhah و همکاران (۲۰۱۵) نیز میزان آنتوسیانین در گوشت میوه

Archive of SID

www.SID.ir

را در حدود ۰/۵ میکروگرم در گرم وزن تازه بیان کردند که چون فقط از بافت گوشت میوه استفاده گردیده بود، میزان آنتوسیانینی کمتری را نشان داده بود.

در این پژوهش، میانگین آلل‌های شناسایی شده بالا بود. در صورت پایین بودن این عدد احتمالاً ژنوتیپ‌ها و یا ارقام مورد نظر حالت هم نیاکانی دارند و در صورت بالا بودن این عدد نشان از فاصله ژنتیکی آنها از یکدیگر می‌باشد (Cipriani et al., 2002)، که بالا بودن این عدد، نشان از فاصله ژنتیکی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه دارد. میزان اطلاعات چندشکلی یکی از معیارهای قدرت تمایز نشانگر مولکولی می‌باشد. در حقیقت PIC قدرت تفکیک یک آغازگر بر اساس تعداد آلل‌ها و فراوانی نسبی این آلل‌ها در جمعیت می‌باشد (Senior et al., 1998). این شاخص در واقع بیانگر ارزش یک آغازگر برای تشخیص چند شکلی در یک جمعیت می‌باشد و در حال حاضر به عنوان پرکاربردترین آماره ارزشیابی آغازگرها شناخته می‌شود. مقادیر بالای این معیار دلالت بر چند شکلی زیاد در یک جایگاه نشانگری دارد که در تفکیک و تمایز افراد نقش به سزایی دارد. بنابراین آغازگرهایی با PIC بالا در بررسی تمایز ژنوتیپ‌هایی با خویشاوندی نزدیک مفید هستند. بالا بودن PIC در بعضی از آغازگرهای مورد استفاده نشان‌دهنده کارایی بالای این آغازگرها در تمایز ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این پژوهش می‌باشد، که نشان دهنده سودمندی آن‌ها برای بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های انجیر می‌باشد. میزان PIC از ۰ تا ۱ متغیر و مقدار آن در نشانگرهای غالب حداکثر ۰/۵ است. به طورکلی آغازگرهایی که PIC بزرگتر از ۰/۵ داشته باشند دارای اطلاعات سودمند زیادی هستند و آغازگرهایی که مقادیر آن‌ها بین ۰/۲۵ تا ۰/۵ باشند سودمند هستند و آن‌هایی که کمتر از ۰/۲۵ هستند حاوی اطلاعات سودمند اندکی هستند (Qi-Lun et al., 2006). Fattahi (۲۰۱۶) با بررسی تنوع ژنتیکی ۱۴۷ نمونه انجیر از غرب ایران بیان کردند که در تجزیه خوشه‌ای براساس نشانگرهای ISSRو SCoT ژنوتیپ‌ها در سه گروه قرار گرفتند که در برخی موارد با گروه‌بندی مورفولوژیک مشابه بودند ولی در اکثر موارد با هم تفاوت نشان دادند. منابع ژنتیکی گیاهی توسط انتشار طبیعی و جابجایی تجاری تحت تاثیر قرار می‌گیرد. همچنین فرآیند اهلی‌سازی و یا انتخاب منطقه‌ای سبب اختلاط ژنتیکی ژنوتیپ‌ها و ارقام مختلف می‌شود (Breton et al., 2006) که این عوامل اختلاف نتایج مولکولی با منشائ جغرافیایی ژنوتیپ‌ها را افزایش می‌دهد. ولی در این پژوهش تا حدود زیادی نتایج مولکولی براساس موقعیت جغرافیایی ژنوتیپ‌ها منطبق بود که نشان دهنده آن بود که نشانگرهای مولکولی توانسته‌اند براساس مناطق جغرافیایی ژنوتیپ‌ها را از یکدیگر جدا سازند. همچنین دگرگشنی و جهش‌های تصادفی منبع تنوع ژنتیکی در گونه‌های دگرگشن می‌باشد که نتیجه آن تولید یک فرد جدید با خصوصیات تازه می‌باشد (Papadopoulou et al., 2002). فاصله ژنتیکی نشان دهنده تنوع ژنتیکی مناسب در سطح مولکولی در ژنوتیپ‌های مورد نظر دارد (Almajali et al., 2012). با توجه به نتایج تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌هایی که بیشترین فاصله ژنتیکی را داشتند مناسب جهت تلاقی بین گونه‌ای هستند. وجود فاصله ژنتیکی آنها را به‌عنوان منبعی برای انتخاب والدین جهت کارهای اصلاحی متمایز می‌کند. شناسایی تلاقی‌های حاوی هتروزیس بالا مهمترین قدم در تهیه محصولات هیبرید است. معمولاً والدین با قدرت ترکیب‌پذیری بالاتر و فاصله ژنتیکی بیشتر می‌توانند هیبریدهایی با عملکرد بالاتر تولید کنند (Chen et al., 2012). Keshavarz khob و همکاران (۲۰۱۵) فاصله ژنتیکی زیاد بین این

Archive of SID

www.SID.ir

ارقام و یا ژنوتیپ‌ها را ناشی از تفاوت منشاء جغرافیایی و تفاوت ژنتیکی آن‌ها بیان کردند.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج این پژوهش تنوع بالایی بین صفات در ژنوتیپ‌های انجیر مورد بررسی، مشاهده شد. این تنوع می‌تواند ناشی از دگرگشنی، شرایط محیطی و تفاوت خزانه ژنتیکی باشد. به‌طورکلی این تنوع مطلوب هم در قسمت بیوشیمایی و هم مولکولی در معرفی ژنوتیپ‌های برتر و یا تولید ارقام جدید می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. همچنین با بررسی فاصله ژنتیکی ژنوتیپ‌های Kh9 و Kh10 از منطقه خداآفرین با ژنوتیپ‌های Kh5 و Kh12 (خداآفرین)، K3 (کلیبر)، H17 (هوراند) بیشترین فاصله ژنتیکی را داشتند که در کلاستر مولکولی قابل مشاهده می‌باشد که می‌تواند جهت انتخاب والدین در برنامه اصلاحی مورد توجه قرار گیرند.

Reference

Almajali, D., Abdel-Ghanib, B. and Hussein, A. (2012). Evaluation of genetic diversity among Jordanian fig germplasm accessions by morphological traits and ISSR markers. Scientia Horticulturae. 147: 8–19.

Anonymous, (2016). Annual Agricultural Statistics. Ministry of Jihad-e-Agriculture of Iran. From http://www.maj.ir.

Aytekin, A. and Caliskan O. (2008). Fruit characteristics of table fig (*Ficus carica*) cultivars in subtropical climate conditions of the Mediterranean region. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 36: 107-115.

Baali-Cherif, D. and Besnard, G. (2005). High genetic diversity and clonal growth in relict populations of *Olea europaea* subsp. *Laperrinei* (Oleaceae) from Hoggar, Algeria. Annals of Botany. 96: 823-830.

Babazadeh Darjazi, B. (2011). Morphological and pomological characteristics of fig (*Ficus carica* L.) cultivars from Varamin, Iran. African Journal of Biotechnology. 10 (82): 19096-19105.

Bagheri, N., Babaeian-Jelodar, N. and Hasan-Nataj, E. (2008). Genetic diversity of Iranian rice germplasm based on morphological traits. Iranin Journal if Field Crops Research. 6(2): 235-243.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Journal of Food Science and Technology. 28: 25–30.

Breton, C., Tersac, M. and Bervillé, A. (2006). Genetic diversity and gene flow between the wild olive (oleaster, *Olea europaea* L.) and the olive: several Plio-Pleistocene refuge zones in the Mediterranean basin suggested by simple sequence repeats analysis. Journal of Biogeography. 33: 1916–1928.

Caliskan O. and Polat A.A. (2008). Fruit characteristics of fig cultivars and genotypes grown in Turkey. Scientia Horticulturae.115: 360–7.

Chen, X., Min, D., Ahmad Yasir, T. and Hu, Y.G. (2012). Genetic diversity, population structure and linkage disequilibrium in elite chinese winter wheat investigated with SSR markers. Plos One. 23: 145-153.

Cipriani, G., Marrazzo, M.T., Marconi, R., Cimato A. and Testolin, R. (2002). Microsatellite markers isolated in olive (*Olea europaea* L.) are suitable for individual fingerprinting and reveal polymorphism within ancient cultivars. Theoretical and Applied Genetics. 104: 223-228.

Condit, I.J. (1955). Fig varieties: a monograph. Hilgardia Berkele. 23: 323–538.

Fattahi, S. (2016). Evaluation of genetic diversity of wild figs in east of Iran using morphological characteristics and molecular markers. Msc. Thesis, Razi University, Iran.

Food and Agriculture Organization. (2014). Biodiversity: Agricultural biodiversity in FAO. From http://faostat.fao.org/site/408/default.

Faqih, H. W. and Sarvestani, J. (2001). Fig breeding and cultivation. Publications Rahgosha.

Gaaliche, B., Saddoud O. and Mars, M. (2012). Morphological and Pomological Diversity of Fig (*Ficus carica* L.) Cultivars in Northwest of Tunisia. International Scholarly Research Network. 14: 1-9.

Halverson, L.B., Holte, K., Myhrstad, C.M., Barikmo, I. and Blomhof, R.A. (2002). Systematic screening of total antioxidant in dietary plants. The Journal of Nutrition. 132, 461-471.

Archive of SID

www.SID.ir

Janick, J. and Paul, R.E. (2008). The Encyclopedia of Fruits and Nuts. Cambridge, MA.

Karacali, I. (2002). Storage and marketing of horticultural products. Ege University Agriculture Faculty Publication.

Kaykhah, Z., Saifi, A. and Ghasem Nejad, A. (2015). Comparison of morphological and phytochemical traits of spring and summer products of three genotypes of figs in Golestan province. Plant Physiology. 4(10): 62-72.

Keshavarz-Khoob, M.Gh., Gharanjik, Sh., Masoumiasl, A. and Abdollahi-Mandoalkani, B. (2016). Evaluation of diversity and genetic relationships among some grapevine cultivars using ISSR markers. Journal of Agricultural Biotechnology. 7(4): 129-142.

Khadivi, A. (2010). Pomology. Sarva Publication.

Krizek, D.T., Antonjuk, V.P. and Mirecki, R.M. (1988). Inhibitory effects of ambient levels of solar UV-A and UV-B radiation on growth of cv. new red fire lettuce. Physiologia Plantarum. 103: 1-7.

Naqvi, M., Ghareyazi, B. and Hosseini, GH. (2007). Molecular markers. Tehran University Publications.

Papadopoulou, K., Ehaliotis, C., Tourna, M., Kastanis, P., Karydis, I. and Zervakis, G. (2002). Genetic relatedness among dioecious *Ficus carica* L. cultivars by random amplified polymorphic DNA analysis, and evaluation of agronomic and morphological characters. Genetica, 114: 183–194.

Polat, A.A. and Ozkaya, M. (2005). Selection studies on fig in the Mediterranean region of Turkey. Pakistan Journal of Botany. 37 (3): 567–574.

Qi-lun, Y., Ping, F. and Ke-cheng, K. (2008). Genetic diversity based on SSR markers in maize (*Zea mays* L.) landraces from Wuling mountain region in China. Journal of Genetics. 87: 287 – 291.

Senior, M.L., Murphy, J.P., Goodman, M.M. and Stuber, C.W. (1998). Utility of SSRs for determining genetic similarities and relationships in maize using an agarose gel system. Crop Science. 38(4): 1088-1098.

Solomon, A., Golubowicz S., Yablowicz Z., Grossman S., Bergman, M. and Gottlieb, H. (2006). Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common Fig (*Ficus carica* L.). Journal of Agriculture and Food Chemistry. 54: 7717-7723.

Soni, N., Mehta, S., Satpathy, G. and Gupta, R. (2014). Estimation of nutritional, phytochemical, antioxidant and antibacterial activity of dried fig (*Ficus carica*). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 3(2): 158-165.

Vrohbi, I., Hraventg, L., Chandelier, A., Mergiai, G. and Du Jardin, P. (1996). Improved RAPD amplification of recal citrant plant DNA by use of activated charcoal during DNA extraction. Plant Breeding. 115: 205–206.

Wagner, G.J. (1979). Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanins in protoplast. Journal of Plant Physiology. 64: 88-93.

Archive of SID

www.SID.ir