به‌زراعی کشاورزی

دوره ۱۸ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۵

صفحه‌های ۹۷۵-۹۶۵

بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی میوه ژنوتیپ‌های مختلف کُنار هندی استان هرمزگان

حسین میغانی[۱]* محمود قاسم‌نژاد[۲] و ابوذر هاشم‌پور[۳]

۱. استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت – ایران
۲. دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت – ایران
۳. استادیار پژوهش، گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر – ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۱۱/۰۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱۲/۱۵

چکیده

در این پژوهش، خصوصیات پومولوژی و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی میوه ۱۳ ژنوتیپ کُنار هندی جمع‌آوری شده از استان هرمزگان بررسی شد. میوه‌های کُنار در مرحله بلوغ تجاری برداشت شدند و ویژگی‌های کمی و کیفی آنها مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین وزن میوه و وزن گوشت، قطر میوه و درصد گوشت میوه مربوط به ژنوتیپ G3 بود. کشیده‌ترین میوه‌ها و بذرها متعلق به ژنوتیپ G11 بود. میزان مواد جامد محلول (TSS)، اسیدیته قابل تیتر (TA) و نسبت TSS/TA به ترتیب در ژنوتیپ‌های G9، G3 و G10 بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود. نتایج اندازه‌گیری ترکیبات بیوشیمیایی نشان داد که میزان فنل و فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های ژنوتیپ G5 بیشتر است، درحالی‌که بالاترین میزان ویتامین ث از ژنوتیپ G4 به‌دست آمد. میزان فلاونوئیدهای کاتچین و کوئرستین اندازه‌گیری شده به روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های G3 و G10 حداکثر بود. همبستگی مثبت و معناداری بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی با میزان ویتامین ث، فنل و فلاونوئید کل میوه ژنوتیپ‌های کُنار مشاهده شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ژنوتیپ G10 از ویژگی‌های حسی و ژنوتیپ G3 از خصوصیات کمی و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی بالاتری برخوردار است و کُنار می‌تواند به عنوان میوه‌ای باارزش غذایی بالا، در مناطق مستعد مورد کشت و کار قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: فلاونوئیدکل، فنل کل، کاتچین، کُنار هندی، کوئرستین

* نویسنده مسئول Email: hmeighani@ujiroft.ac.ir

۱. مقدمه

جنس زیزیفوس (*Zizyphus*) متعلق به خانواده رامناسه (Rhamnaceae) است. این جنس بیش از ۱۰۰ گونه مختلف دارد که بیشتر به‌صورت درختچه و یا درختانی کوچک در مناطق خشک نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری دنیا پراکنده‌اند. عناب (*Z. jujuba*) و کُنار هندی (*Z. mauritiana* Lam) از گونه‌های مهم آن هستند که میوه خوراکی تولید می‌کنند. این گونه‌ها بومی شمال آفریقا، افغانستان، شمال هند، جنوب چین، مالزی و کوئیزلند استرالیا می‌باشند. اما در حال حاضر، کُنار هندی به طور گسترده‌ای در نواحی گرمسیری آفریقا، ایران، سوریه، سریلانکا و بخش‌هایی از مناطق مدیترنه‌ای پخش شده است [۱۵].

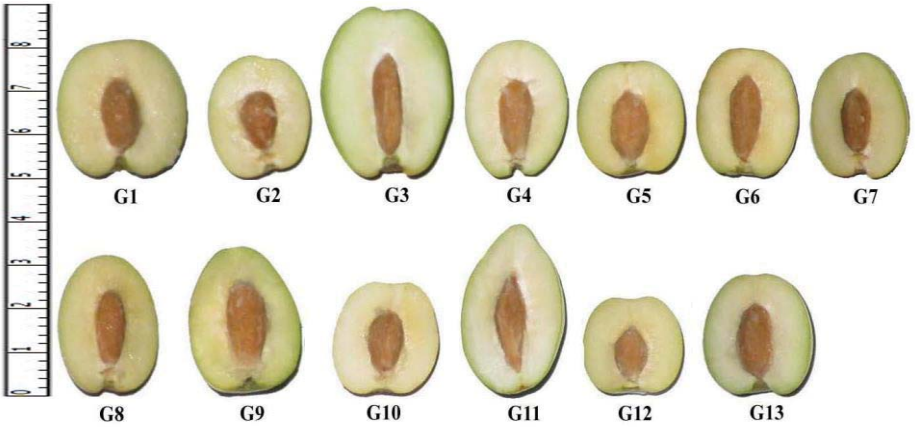
درخت کُنار معمولی (*Z. spina-christi*) به صورت خودرو در استان‌های جنوبی کشور به وفور دیده می‌شود. به‌دلیل ریز بودن میوه درختان خودرو و وحشی، کشت و کار آن به صورت تجاری متداول نیست، اما ژنوتیپ‌هایی از کُنار هندی که میوه‌های درشت‌تری دارند و به‌نظر می‌رسد توسط افراد بومی عمدتاً از کشورهای هند و پاکستان وارد شده‌اند، مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. براساس آمار سال ۱۳۹۲، مجموع سطح زیرکشت درختان بارور و غیربارور کُنار در حدود ۲۳۶۰ هکتار است که از این سطح بیش از ۱۲ هزار تن محصول برداشت شده است. بیشترین میزان تولید به‌ترتیب مربوط به استان‌های سیستان و بلوچستان، هرمزگان و بوشهر است که حدود ۸۲ درصد از کل تولید کشور را به خود اختصاص داده‌اند [۱].

کُنار هندی از لحاظ مورفولوژی بسیار متنوع بوده و اغلب به صورت درختچه و یا درخت همیشه سبز با اندازه کوچک تا متوسط است که به حالت ایستاده، نیمه ایستاده و یا گسترده رشد می‌کنند [۲]. میوه‌های جنس زیزیفوس در طب سنتی برای درمان آلرژی، یبوست، بی‌خوابی، افسردگی، برونشیت مزمن، تب و بزرگ شدن کبد مورد استفاده قرار می‌گیرد [۹]. علاوه بر میوه، سایر قسمت‌های گیاه نظیر ریشه، پوست، برگ، چوب و هسته آن نیز خاصیت دارویی دارند. جوشانده ریشه به عنوان تب‌بر و خمیر آن برای درمان زخم‌ها کاربرد دارد و همچنین جوشانده پوست برای تسکین نقرس و روماتیسم مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲]. میوه کُنار دارای مقدار قابل توجهی کربوهیدرات، آسکوربیک اسید، اسیدهای آلی، ویتامین‌ها (A و C) و مواد معدنی (کلسیم، فسفر و آهن) و همچنین منبع غنی از ترکیبات حیاتی مانند پلی‌ساکاریدها، پلی‌فنول‌ها، فلاونوئیدها و ساپونین‌ها نیز می‌باشد [۱۱، ۱۶ و ۲۲]. کوماریک اسید، وانیلین، فرولیک اسید و فنولیک اسیدهای عمده موجود در کُنار هندی می‌باشند [۱۱]. کیفیت و ارزش غذایی میوه‌ها نه تنها به خصوصیات ژنتیکی بلکه به عواملی مانند شرایط جغرافیایی و محیطی محل تولید، عملیات باغی، مرحله بلوغ میوه، شرایط قبل و پس از برداشت بستگی دارد [۵ و ۹]. ویژگی‌های مورفولوژی و بیوشیمیایی ارقام مختلف کُنار با یکدیگر متفاوت است. وزن، طول و قطر میوه ۵ رقم کُنار به‌ترتیب از ۳۲/۶۹-۱۴/۲۶ گرم، ۵/۸۳-۳/۳۱ و ۴-۲/۴۸ سانتی‌متر متفاوت بود [۱۵]. میزان مواد جامد محلول (TSS) و اسید قابل تیتر (TA) ۱۲ ژنوتیپ کُنار هندی، به‌ترتیب از ۱۰ تا ۱۹ درجه بریکس و ۰/۱ تا ۰/۳۲ درصد متغیر بود [۹]. همچنین، تغییرات معنی‌داری بین ارقام مختلف کُنار هندی و عناب از نظر میزان فنل و فلاونوئید کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ویتامین ث مشاهده شد [۹، ۱۲ و ۱۹].

کُنار هندی در حال حاضر در مناطق جنوبی کشور کشت می‌شود که از نقطه نظر اقتصادی برای کشاورزان منطقه مهم می‌باشد، اما پژوهشی در رابطه با مقایسه ژنوتیپ‌ها و ارقام موجود انجام نشده است. لذا هدف از انجام پژوهش حاضر، آشنایی بیشتر با برخی خواص مورفولوژی، کیفی و بیوشیمیایی میوه برخی ژنوتیپ‌های کُنار هندی استان هرمزگان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، از ۱۳ ژنوتیپ کُنار هندی جمع‌آوری شده در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میناب (طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۱۰ دقیقه شمالی و ۲۷ متر ارتفاع از سطح دریا) استفاده شد (شکل ۱). ژنوتیپ‌های فوق بر روی پایه کُنار معمولی پیوند شده بود و عملیات داشت از جمله آبیاری، تغذیه، هرس، مبارزه با آفات و امراض و غیره مطابق روش معمول منطقه انجام می‌شد. مقدار نیم کیلو میوه از هر درخت (۳ درخت از هر ژنوتیپ) در مرحله سبز رسیده (تغییر رنگ از سبز به زرد) از اواسط بهمن ماه به بعد برداشت و به‌عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. میوه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه علوم باغبانی برای اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی منتقل شد.



شکل ۱ . میوه ژنوتیپ‌های مختلف کُنار مورد مطالعه

ارزیابی صفات

صفات کمی

از هر تکرار ۱۰ عدد میوه به طور تصادفی انتخاب و صفات کمی اندازه‌گیری و میانگین آنها برای هر تکرار ثبت شد. برای اندازه‌گیری وزن میوه، وزن بذر و وزن گوشت میوه از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم و برای اندازه‌گیری طول میوه، قطر میوه، طول بذر و قطر بذر از کولیس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر استفاده شد. همچنین، صفاتی مانند نسبت طول به قطر میوه و هسته و درصد گوشت میوه نیز محاسبه گردید.

صفات کیفی

میزان مواد جامد محلول (TSS) با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دیجیتال (Euromex RD 635, Holland)، اسید قابل تیتر (TA) به روش تیتراسیون با استفاده از هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH برابر۸/۲ و ویتامین ث به روش تیتراسیون با ۲ و ۶-دی کلروفنول ایندوفنول (DCIP)[1] اندازه‌گیری شد. نسبت TSS/TA نیز محاسبه شد.

ترکیبات آنتی‌اکسیدانی

برای اندازه‌گیری فنل کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، ۱/۲۵ گرم از مخلوط گوشت میوه هر تکرار با کمک نیتروژن مایع در داخل هاون چینی آسیاب شد و به آن ۵ میلی‌لیتر محلول اتانول: استون (v/v ۷:۳) اضافه شد. پس از هموژنیزه کردن به مدت ۱ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از صاف کردن محلول با کاغذ صافی، عصاره به‌دست آمده برای اندازه‌گیری ترکیبات بیوشیمیایی استفاده شد [۶]. فنل کل بااستفاده از

1 . 2,6-dichlorophenol-indophenol (DCIP)

معرف فولین-سیکالتو[1] [۱۷]، فلاونوئید کل به روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۵۰۶ نانومتر [۶] و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی از طریق خاصیت خنثی‌شوندگی رادیکال آزاد DPPH[2] [۴] با استفاده از اسپکتروفتومتر مدل PG Instrument T80+ ساخت کشور انگلستان اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری نوع و مقدار فلاونوئیدها (کاتچین و کوئرستین) با استفاده ازدستگاه HPLC انجام گرفت. بدین‌منظور، ۱ گرم از مخلوط گوشت میوه با کمک نیتروژن مایع در داخل هاون چینی آسیاب شد و به آن برای ۲ میلی‌لیتر از حلال استخراج حاوی متانول: استیک اسید (۸۵:۱۵) اضافه شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس، مخلوط حاصل به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. بخش بالایی (روشناور) نمونه‌ها با فیلترهای سرسرنگی یک‌بار مصرف با قطر منافذ ۰/۴۵ میکرون صاف شد. مقدار ۵۰ میکرولیتر از عصاره فیلتر شده به دستگاه HPLC مدل (Waters, MA, USA) با دتکتور UV (Waters Dual λ Absorbance 2487) تزریق شد و کروماتوگرام‌ها در طول موج ۲۸۰ (کاتچین) و ۳۵۰ (کوئرستین) نانومتر به‌دست آمد [۳]. محاسبه غلظت با استفاده از روش استاندارد خارجی و با مقایسه زمان‌های بازداری فلاونوئیدهای موجود در نمونه با استانداردهای خالص انجام گرفت. سپس، با استفاده از سطح زیر پیک هر ترکیب، غلظت آنها تعیین گردید [۳]. استاندارد کاتچین از شرکت سیگما[3] و استاندارد کوئرستین از شرکت اکستراسینتیز[4] تهیه شد.

طرح آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) برای مقایسه میانگین داده‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

صفات کمی میوه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در مورد صفات وزن میوه، بذر و گوشت میوه، طول و قطر میوه و بذر، نسبت طول به قطر میوه و بذر و درصد گوشت میوه بین ژنوتیپ‌های کُنار هندی مورد مطالعه اختلاف معناداری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن میوه و وزن گوشت میوه به‌ترتیب با میانگین ۲۲/۳۶ و ۲۱/۲۳ گرم مربوط به ژنوتیپ G3 و کمترین مقدار آنها به‌ترتیب با میانگین ۱۱/۱۳ و ۱۰/۲۹ گرم متعلق به ژنوتیپ G2 بود. اندازه قطر میوه در ژنوتیپ‌های کُنار از ۳۲/۱۳ تا ۲۵/۳۹ میلی‌متر متفاوت بود که بیشترین و کمترین قطر میوه به‌ترتیب به ژنوتیپ G3 و G2 تعلق داشت، درحالی‌که طویل‌ترین میوه‌ها با میانگین ۴۲/۷۷ میلی‌متر مربوط به ژنوتیپ G11 بود که میوه‌های این ژنوتیپ دارای بذر بلندتر (۲۶/۰۸ میلی‌متر) و از نسبت طول به قطر میوه (۱/۵۱) و نسبت طول به قطر بذر (۳/۱۱) بیشتری در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار بودند. وزن بذر از ۰/۷۵ گرم در ژنوتیپ G1 تا ۱/۵۹ گرم در ژنوتیپ G12 متغیر بود. میزان قطر هسته حد فاصل بین ۸/۴۰ تا ۱۰/۵۵ میلی‌متر بود که کمترین مقدار مربوط به ژنوتیپ G11 و بیشترین آن مربوط به ژنوتیپ G1 بود، هرچند که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با ژنوتیپ‌های G5 و G13 نداشت (جدول ۱).

1 . Folin-Ciocalteu
2 . 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)
3 . Sigma-Aldrich
4 . Extrasynthese

جدول ۱ . مقایسه میانگین صفات کمی میوه ۱۳ ژنوتیپ کنار هندی

ژنوتیپ	وزن میوه (g)	وزن گوشت (g)	وزن هسته (g)	طول میوه (mm)	قطر میوه (mm)	طول هسته (mm)	قطر هسته (mm)	طول/ قطر میوه	طول/ قطر هسته	درصد گوشت میوه
G1	۱۷/۳۱ bc	۱۵/۷۱ bcd	۱/۵۹ a	۳۱/۴۲ ef	۳۱/۵۳ a	۱۷/۷۲ g	۱۰/۵۵ a	۱/۰۰ d	۱/۶۸ gh	۹۱/۰۳ e
G2	۱۱/۱۳ f	۱۰/۲۹ g	۰/۸۴ de	۳۰/۶۰ fg	۲۵/۳۹ e	۱۷/۲۰ g	۹/۰۲ efg	۱/۲۱ c	۱/۹۲ e	۹۲/۱۶ d
G3	۲۲/۳۶ a	۲۱/۲۳ a	۱/۱۳ bcd	۳۷/۶۳ b	۳۲/۱۳ a	۲۲/۴۷ b	۹/۷۷ bcd	۱/۱۸ c	۲/۳۰ cd	۹۴/۸۴ a
G4	۱۴/۴۵ cde	۱۳/۳۶ def	۱/۰۹ bcd	۳۳/۵۶ d	۲۸/۵۴ bcd	۱۹/۵۰ de	۸/۸۱ fg	۱/۱۸ c	۲/۲۲ d	۹۲/۳۵ cd
G5	۱۵/۴۱ b-e	۱۴/۲۳ b-f	۱/۱۸ bc	۳۰/۵۲ fg	۳۰/۳۰ ab	۱۸/۱۴ fg	۱۰/۲۹ ab	۱/۰۱ d	۱/۷۷ fg	۹۲/۱۵ d
G6	۱۳/۹۰ def	۱۲/۹۷ ef	۰/۹۳ cde	۳۲/۴۸ de	۲۷/۵۰ cde	۱۸/۹۹ ef	۸/۵۹ g	۱/۱۸ c	۲/۲۲ d	۹۳/۳۲ bc
G7	۱۳/۳۸ ef	۱۲/۴۱ fg	۰/۹۷ cde	۳۲/۵۸ de	۲۶/۸۰ de	۱۷/۴۲ g	۹/۲۹ def	۱/۲۲ c	۱/۸۷ e	۹۲/۶۶ bcd
G8	۱۶/۳۳ bcd	۱۵/۳۱ b-e	۱/۰۲ cde	۳۶/۰۵ bc	۲۸/۱۲ bcd	۲۰/۰۴ d	۸/۶۳ fg	۱/۲۸ b	۲/۳۳ c	۹۳/۵۹ b
G9	۱۳/۹۷ def	۱۲/۹۳ efg	۱/۰۳ cde	۳۵/۵۷ c	۲۷/۳۰ de	۲۱/۱۸ c	۸/۶۳ fg	۱/۳۱ b	۲/۴۶ b	۹۲/۶۱ bcd
G10	۱۴/۲۵ de	۱۳/۱۸ def	۱/۰۷ bcd	۲۹/۱۸ gh	۲۸/۹۵ bcd	۱۷/۶۷ g	۹/۵۲ cde	۱/۰۱ d	۱/۸۶ ef	۹۲/۳۸ cd
G11	۱۷/۴۳ b	۱۶/۲۹ b	۱/۱۴ bcd	۴۲/۷۷ a	۲۸/۳۱ bcd	۲۶/۰۸ a	۸/۴۰ g	۱/۵۱ a	۳/۱۱ a	۹۳/۴۰ b
G12	۱۴/۳۷ de	۱۳/۶۲ c-f	۰/۷۵ e	۲۷/۸۰ h	۲۹/۷۶ abc	۱۴/۴۳ h	۸/۷۵ fg	۰/۹۴ e	۱/۶۵ h	۹۴/۵۹ a
G13	۱۷/۵۸ b	۱۶/۲۱ bc	۱/۳۶ ab	۳۱/۹۹ def	۳۰/۰۰ ab	۱۸/۸۳ ef	۱۰/۰۹ abc	۱/۰۲ d	۱/۸۷ e	۹۲/۰۵ d

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معناداری در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD ندارند.

نسبت طول به قطر میوه بیان‌کننده شکل میوه است. ژنوتیپ‌های G1، G5، G10 و G13 دارای نسبت طول به قطر برابر یک بودند که میوه‌های تقریباً کروی شکل دارند. ژنوتیپ G11 میوه‌هایی با نسبت طول به قطر برابر ۱/۵۱ داشت که دارای میوه‌هایی کشیده و بیضوی شکل می‌باشد، اما این نسبت در ژنوتیپ G12 کمتر از ۱ (حدود ۰/۹۴) بود (جدول ۱).

درصد گوشت میوه که یکی از فاکتورهای مهم به‌ویژه در صنعت فرآوری است نیز در ژنوتیپ‌های کُنار هندی متفاوت بود. بالاترین مقدار با میانگین ۹۸/۸۴ درصد مربوط به ژنوتیپ G3 بود که نشان می‌دهد این میوه‌ها به نسبت دارای بذر کوچک‌تری هستند و کمترین مقدار آن با میانگین ۹۱/۰۳ درصد مربوط به ژنوتیپ G1 بود (جدول ۱). درصد گوشت میوه به‌دست آمده در این پژوهش در محدوده یافته‌های گزارش شده در میوه ۵ رقم کنار هندی (۹۱ تا ۹۵ درصد) می‌باشد [۱۵].

صفات کیفی

نتایج تجزیه واریانس مربوط به صفات کیفی نشان می‌دهد که نوع ژنوتیپ بر میزان TSS، TA، نسبت TSS/TA و ویتامین ث اختلاف معناداری در سطح احتمال ۱ درصد داشت. میزان TSS ژنوتیپ‌های کُنار از ۱۰/۰۳ تا ۱۵/۹۰ درجه بریکس متغیر بود. بیشترین میزان TSS از ژنوتیپ G10 به‌دست آمد، اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معناداری با ژنوتیپ‌های G11 و G12 نشان نداد، اما کمترین مقدار TSS مربوط به ژنوتیپ G3 بود. به‌ترتیب بالاترین و پایین‌ترین میزان TA و نسبت TSS/TA با میانگین ۱/۰۹ درصد و ۹/۲۹ از ژنوتیپ G3 به‌دست آمد، درحالی‌که ژنوتیپ G10 که کمترین میزان TA با میانگین ۰/۳۴ درصد را داشت و از بالاترین نسبت TSS/TA با میانگین ۴۵/۵۴ برخوردار بود. همچنین، میزان ویتامین ث موجود در ژنوتیپ‌های کُنار هندی مورد مطالعه از ۷۳/۸۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تر میوه در ژنوتیپ G11 تا ۱۲۴/۸۳ میلی‌گرم در ژنوتیپ G4 متفاوت بود (جدول ۲).

میزان TSS، TA و نسبت TSS/TA در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف کُنار با یکدیگر متفاوت است، به‌طوری‌که میزان TSS، TA و نسبت TSS/TA به‌ترتیب در حدود ۱۹-۱۰ درصد، ۰/۸۳-۰/۱ درصد و ۱۰۰/۹۱-۱۱/۹۳ ثبت شده است [۹ و ۱۵]. میزان صفات فوق علاوه بر خصوصیات ژنتیکی، به شرایط آب و هوایی و درجه رسیده بودن میوه نیز بستگی دارد. میزان TSS در عناب از ۱۰/۳ درصد در مرحله سبز رسیده به ۲۳/۹ درصد در مرحله رسیده کامل (کل سطح میوه قرمز رنگ) افزایش یافت [۱۹]. بنابراین، مقدار کمتر TSS در برخی از ژنوتیپ‌های این پژوهش در مقایسه با پژوهش‌های دیگر علاوه بر خصوصیات ژنتیکی به مرحله رسیدن میوه نیز می‌تواند مربوط باشد.

ویتامین ث اولین آنتی‌اکسیدان محلول در آب موجود در بدن انسان است که رادیکال‌های آزاد را از بین می‌برد و از آسیب‌های درون و برون‌سلولی جلوگیری می‌کند [۲۰]. میزان ویتامین ث در میوه‌ها توسط عوامل تولید، شرایط محیطی، مرحله بلوغ میوه، موقعیت میوه بر روی درخت، نوع گونه و رقم محصول، جابه‌جایی و شرایط انبارداری قرار می‌گیرد [۱۴]. میزان ویتامین ث در ژنوتیپ‌های کُنار این پژوهش در محدوده مقادیر گزارش شده توسط سایر محققان می‌باشد [۹ و ۱۵]، اما از مقدار ویتامین ث گزارش شده در عناب (۳۱۰/۳۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه) [۱۹] و تمشک (۱۴۳/۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه) [۸] کمتر و از کُنار معمولی، زغال اخته و زالزالک (به‌ترتیب ۵۹/۳، ۴۴/۶ و ۴۳/۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه) بیشتر است [۸].

جدول ۲ . مقایسه میانگین صفات کیفی و بیوشیمیایی ۱۳ ژنوتیپ کنار هندی

ژنوتیپ	TSS (°Brix)	TA (٪)	TSS/TA	ویتامین ث (mg/100 g)	فنل کل (mg/100 g)	فلاونوئید کل (mg/100 g)	کاتچین (µg/g fw)	کوئرستین (µg/g fw)	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (DPPHsc%)
G1	۱۳/۵۳ cde	۰/۵۱ g	۲۶/۳۵ cd	۹۶/۰۷ cd	۲۱۷/۷۳ bc	۲۱۵/۰۷ a	۱۷/۷۲ g	۱۰/۵۵ a	۶۶/۷۶ c
G2	۱۳/۲۳ def	۰/۸۲ e	۱۶/۱۶ fg	۹۱/۴۳ de	۲۷۰/۱۷ ab	۲۰۷/۳۷ ab	۱۷/۲۰ g	۹/۰۲ efg	۷۰/۲۱ ab
G3	۱۰/۰۳ i	۱/۰۹ a	۹/۲۹ i	۱۰۵/۶۳ b	۲۶۱/۱۷ ab	۱۸۷/۷۳ bcd	۲۲/۴۷ b	۹/۷۷ bcd	۶۷/۳۴ bc
G4	۱۱/۱۳ hi	۰/۹۱ cd	۱۲/۳۱ hi	۱۲۴/۸۳ a	۲۴۲/۱۳ abc	۱۷۲/۸۷ cde	۱۹/۵۰ de	۸/۸۱ fg	۷۰/۰۷ ab
G5	۱۲/۱۷ fgh	۰/۴۱ g	۲۹/۷۸ c	۱۰۷/۵۷ b	۲۸۶/۵۳ a	۲۲۲/۰۷ a	۱۸/۱۴ fg	۱۰/۲۹ ab	۷۲/۶۳ a
G6	۱۴/۰۳ cde	۰/۶۳ f	۲۲/۵۱ e	۹۷/۳۳ c	۲۳۹/۷۳ abc	۱۶۳/۲۳ e	۱۸/۹۹ ef	۸/۵۹ g	۶۱/۵۲ d
G7	۱۱/۷۰ gh	۰/۸۱ e	۱۴/۳۹ gh	۷۶/۸۳ f	۱۹۵/۸۷ cd	۱۹۱/۴۷ c	۱۷/۴۲ g	۹/۲۹ def	۶۱/۱۱ d
G8	۱۴/۳۷ bcd	۰/۵۷ fg	۲۵/۱۲ de	۹۶/۵۳ cd	۲۲۷/۶۳ bc	۱۶۰/۹۳ e	۲۰/۰۴ d	۸/۶۳ fg	۵۷/۳۱ e
G9	۱۵/۹۰ a	۰/۸۷ de	۱۸/۳۹ f	۹۴/۸۷ cd	۱۶۲/۵۳ de	۱۵۸/۴۶ e	۲۱/۱۸ c	۸/۶۳ fg	۵۴/۰۹ e
G10	۱۵/۶۰ ab	۰/۳۴ h	۴۵/۵۴ a	۷۵/۶۳ f	۲۰۶/۲۷ cd	۱۶۹/۳۷ de	۱۷/۶۷ g	۹/۵۲ cde	۶۱/۳۷ d
G11	۱۴/۷۳ abc	۰/۹۹ b	۱۴/۹۳ fgh	۷۳/۸۳ f	۱۲۷/۶۳ e	۱۶۶/۸۳ de	۲۶/۰۸ a	۸/۴۰ g	۵۴/۸۰ e
G12	۱۱/۸۷ gh	۰/۳۵ h	۳۳/۸۲ b	۸۶/۱۷ e	۱۶۲/۴۳ de	۱۷۱/۲۳ de	۱۴/۴۳ h	۸/۷۵ fg	۵۵/۶۴ e
G13	۱۲/۷۰ efg	۰/۹۵ bc	۱۳/۳۲ gh	۱۰۵/۲۳ b	۲۰۲/۶۷ cd	۱۶۲/۶۳ e	۱۸/۸۳ ef	۱۰/۰۹ abc	۵۵/۹۶ e

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معناداری در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD ندارند.

ترکیبات آنتی‌اکسیدانی

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد نوع ژنوتیپ بر میزان فنل و فلاونوئید کل، کاتچین، کوئرستین و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه کُنار هندی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معناداری دارد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میزان فنل کل گوشت میوه کُنار از ۱۲۷/۶۳ میلی‌گرم در ژنوتیپ G11 تا ۲۸۶/۵۳ میلی‌گرم در ژنوتیپ G5 متفاوت است. همچنین، بیشترین میزان فلاونوئید کل با میانگین ۲۲۲/۰۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم مربوط به ژنوتیپ G5 بود، اگرچه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ G1 (۲۱۵/۰۷) و G2 (۲۰۷/۳۷) نداشت، اما کمترین مقدار فلاونوئید کل از ژنوتیپ G9 با میانگین ۱۵۸/۴۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه به‌دست آمد (جدول ۲).

بالاترین میزان کاتچین و کوئرستین به‌ترتیب با میانگین ۲۶/۰۸ و ۱۰/۵۵ میکروگرم در گرم از ژنوتیپ G11 و G1 به‌دست آمد، اما کمترین میزان ترکیب‌های فلاونوئیدی فوق به ترتیب با میانگین ۱۴/۴۳ و ۸/۴۰ میکروگرم در گرم مربوط به ژنوتیپ‌های G12 و G11 بود (جدول ۲).

میزان فنل کل ۱۲ ژنوتیپ کُنار هندی ۳۰۹/۵۱–۱۷۲/۰۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بود [۹] که نتایج به‌دست آمده در این پژوهش نیز در محدوده مقادیر فوق قرار دارد. مقدار فنل کل در ۵ رقم عناب در حدود ۶۰۰/۴–۴۲۸/۵ میلی‌گرم بود که خیلی بیشتر از کُنار هندی می‌باشد [۷]، اما میزان فلاونوئید کل در ۱۲ ژنوتیپ کُنار هندی ۲۱/۹۷–۸/۳۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت میوه گزارش شد [۹] که کمتر از مقادیر به‌دست آمده در پژوهش حاضر می‌باشد. تفاوت در میزان فنل و فلاونوئید کل علاوه بر ژنوتیپ به روش اندازه‌گیری و مرحله بلوغ میوه نیز بستگی دارد [۱۱ و ۲۲]. در پژوهشی که روی مراحل مختلف رسیدن میوه عناب انجام شد، میزان فنل و فلاونوئید کل به‌ترتیب از ۷۶۹/۹۷ و ۶۲۱/۶۶ میلی‌گرم در مرحله سبز رسیده به ۴۹۴/۸۵ و ۳۱۲/۴۶ میلی‌گرم در مرحله رسیدن کامل کاهش یافت [۱۹] که نشان می‌دهد مرحله بلوغ میوه تأثیر زیادی بر میزان ترکیب‌های فوق دارد. لذا تفاوت میزان فنل و فلانوئید کل ژنوتیپ‌های کُنار این پژوهش با نتایج سایر محققان تا حدودی می‌تواند مربوط به مرحله بلوغ میوه نیز باشد.

فلاونوئیدها اثرات سودمندی بر سلامتی افراد به‌دلیل خاصیت ضدالتهابی، ضدمیکروبی و جلوگیری از تجمع پلاکت‌های خونی دارند [۹]. مشتقات کوئرستین[1]، لوتئولین[2]، میریستین[3] و نارینجنین[4] ترکیب‌های فلاونوئیدی عمده موجود در گوشت میوه کُنار هندی گزارش شده‌اند [۱۱]، درحالی‌که کاتچین، اپی‌کاتچین[5]، کوئرستین و روتین[6] به‌عنوان مهم‌ترین ترکیب‌های فلاونوئیدی گوشت میوه عناب می‌باشند [۱۹]. میزان کاتچین و کوئرستین میوه عناب در مراحل مختلف رسیدن به‌تدریج کاهش یافت، به‌طوری‌که میزان کاتچین از ۱۹/۹۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم در مرحله سبز رسیده به ۲/۵۲ میلی‌گرم کاهش یافت. همچنین، میزان کوئرستین از ۰/۲۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم به ۰/۱۴ میلی‌گرم کاهش یافت [۱۹]. به‌طورکلی، میزان کاتچین ژنوتیپ‌های کُنار این پژوهش کمتر و میزان کوئرستین بیشتر از مقادیر گزارش شده برای میوه عناب است [۱۹].

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ژنوتیپ‌های کُنار از ۷۲/۶۳ تا ۵۴/۰۹ درصد متغیر بود. بیش‌ترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی از ژنوتیپ G5 به‌دست آمد، هرچند از نظر آماری تفاوت

1 Quercetin
2 Luteolin
3 Myricetin
4 Naringenin
5 Epicatechin
6 Rutin

معناداری با ژنوتیپ‌های G2 (۷۰/۲۱ درصد)، G4 (۷۰/۰۷ درصد) و G3 (۶۷/۳۴ درصد) نداشت، اما کمترین میزان آن مربوط به ژنوتیپ G9 بود (جدول ۲).

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها و سبزی‌ها بیشتر به دلیل وجود ویتامین A و C، بتا-کاروتن و ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی است [۱۸]. میوه کُنار به جهت داشتن مقدار قابل توجهی ویتامین ث، ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی فعالیت آنتی‌اکسیدانی نسبتاً بالایی دارد که با میوه‌های غنی از آنتوسیانین نظیر انار [۱۰]، آلو و توت‌فرنگی [۱۸] قابل مقایسه است.

نتایج حاصل از تجزیه همبستگی ساده بین صفات نشان داد که رابطه مثبت و معناداری بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی با میزان ویتامین ث، ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی وجود دارد. همچنین، بین فلاونوئید و فنل کل نیز رابطه معناداری مشاهده شد، درحالی‌که رابطه معناداری بین ویتامین ث و فلاونوئید کل وجود نداشت (جدول ۳).

جدول ۳. نتایج همبستگی ساده بین برخی صفات ۱۳ ژنوتیپ کنار

صفات	ویتامین ث	فنل کل	فلاونوئید کل	ظرفیت آنتی‌اکسیدنی
ویتامین ث	۱			
فنل کل	۰/۵ **	۱		
فلاونوئید کل	۰/۱۳ ns	۰/۵۳ **	۱	
ظرفیت آنتی‌اکسیدنی	۰/۵۳ **	۰/۷۲ **	۰/۶۸ **	۱

** و ns: به‌ترتیب معنادار در سطح ۱ درصد و غیرمعنی‌دار

همبستگی یک صفت با صفت دیگر امکان اندازه‌گیری غیرمستقیم آن صفت را فراهم می‌سازد. لذا در مواقعی که اندازه‌گیری یک صفت مشکل، پیچیده، زمان‌بر و پرهزینه است، می‌توان از صفات دیگری که دارای همبستگی معنادار بالایی هستند، برای اندازه‌گیری آن صفت استفاده کرد. در این پژوهش، همبستگی مثبت و معناداری بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی با میزان ویتامین ث، ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی ژنوتیپ‌های کُنار وجود داشت که با نتایج گزارش شده در کیوی [۶]، کُنار [۹]، عناب [۷] و توت‌فرنگی [۵] زغال اخته و تمشک [۸] مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که از نظر صفات کمی، کیفی و بیوشیمیایی تفاوت معناداری بین ژنوتیپ‌های کُنار مورد مطالعه وجود داشت. بنابراین، ویژگی‌های ژنتیکی یکی از مهمترین عواملی است که خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی میوه کُنار را می‌تواند تحت تأثیر قرار دهد. ژنوتیپ‌های کُنار مورد مطالعه از درصد گوشت نسبتاً بالایی برخوردار بودند که به‌عنوان یک فاکتور اقتصادی مهم، آنها را برای مصرف تازه‌خوری و فرآوری مناسب می‌سازد. همچنین، دارای مقدار قابل توجهی ویتامین ث، ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی که سبب شد از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نسبتاً بالایی برخوردار باشد. لذا ژنوتیپ‌های کُنار مورد مطالعه

می‌تواند به عنوان یک منبع غنی آنتی‌اکسیدانی مورد استفاده قرار گیرد. درمجموع، ژنوتیپ G10 از لحاظ ویژگی‌های حسی بهتر بود، درحالی‌که ژنوتیپ G3 از ویژگی‌های کمی و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی بیشتری در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار بود که می‌تواند به عنوان میوه‌ای باارزش غذایی بالا در مناطق مستعد، مورد کشت و کار قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از آقای حامد حسن‌زاده خانکهدانی مسئول محترم ایستگاه تحقیقات کشاورزی میناب قدردانی می‌شود.

منابع

۱. بی‌نام (۱۳۹۲) آمارنامه کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی، دفتر فناوری و اطلاعات، تهران، ایران.

2. Azam-Ali S, Bonkoungou E, Bowe C, DeKock C, Godara A and Williams JT (2006) Ber and other jujubes (*Ziziphus* species). *In*: Williams JT Smith RW Haq N and Dunsigaer Z (Eds.), Fruits for the Future 2 – Revised Edition. University of Southampton. International Centre for Underutilised Crops, Southampton, UK.

3. Bakhshi D and Arakawa O (2006) Induction of phenolic compounds biosynthesis with light irradiation in the flesh of red and yellow apples. Journal of Applied Horticulture. 8: 101-104.

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

5. Capocasa F, Scalzo J, Mezzetti B and Battino M (2008) Combining quality and antioxidant attributes in the strawberry: the role of genotype. Food Chemistry. 111: 872-878.

6. Du G, Li M, Ma F and Liang D (2009) Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and Vitamin C in Actinidia fruits. Food Chemistry. 113: 557-562.

7. Gao QH, Wu PT, Liu JR, Wu CS, Parry JW and Wang M (2011) Physico-chemical properties and antioxidant capacity of different jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) cultivars grown in loess plateau of China. Scientia Horticulturae. 130: 67-72.

8. Hashempour A, Ghazvini RF, Bakhshi D, Ghasemnezhad M, Sharafti M and Ahmadian H (2010) Ascorbic acid, anthocyanins, and phenolics contents and antioxidant activity of ber, azarole, raspberry, and cornelian cherry fruit genotypes growing in Iran. Horticulture, Environment, and Biotechnology. 51: 83-88.

9. Koley TK, Kaur C, Nagal S, Walia S and Jaggi S (2011) Antioxidant activity and phenolic content in genotypes of Indian jujube (*Zizyphus mauritiana* Lamk.). Arabian Journal of Chemistry. 4: 1-9.

10. Meighani H, Ghasemnezhad M and Bakhshi D (2015) Effect of different coatings on post-harvest quality and bioactive compounds of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits. Journal of Food Science and Technology. 52: 4507-4514.

11. Memon AA, Memon N, Bhanger MI and Luthria DL (2013) Assay of phenolic compounds from four species of ber (*Ziziphus mauritiana* L.) fruits: Comparison of three base hydrolysis procedure for quantification of total phenolic acids. Food Chemistry. 139: 496-502.

12. Memon AA, Memon N, Luthria DL, Pittafi AA and Bhanger MI (2012) Phenolic compounds and seed oil characterization composition of *Ziziphus mauritiana* L. fruit. Polish Journal of Food and Nutrition Science. 62: 15-21.

13. Muchuweti M, Genda G, Ndhlala AR and Kasiyamhuru A (2005) Sugar, organic acid and phenolic compound of *Zizyphus mauritiana* Lamk. fruit. European Food Research and Technology. 221: 570-574.

14. Nyanga LK, Gadaga THb, Nout MJR, Smid EJ, Boekhout T and Zwietering MH (2013) Nutritive value of masau (*Ziziphus mauritiana*) fruits from Zambezi Valley in Zimbabwe. Food Chemistry. 138: 168-172.

15. Obeed RS, Harhash MM and Abdel-Mawgood AL (2008) Fruit properties and genetic diversity of five ber (*Ziziphus mauritiana* Lamk) cultivars. Pakistan Journal of Biological Sciences. 11: 888-893.

16. Shobha D and Baharati P (2007) Value addition to ber (*Zyziphus mauritiana* Lamk.) through preparation of pickle. Karnataka Journal of Agricultural Sciences. 20: 353-355.

17. Singleton VL, Orthofer R and Lamuela-Ranventos RM (1999) Analysis of total phenols other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods Enzymology. 299: 152-178.

18. Wang H, Cao G and Prior RL (1996) Total antioxidant capacity of fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 44: 701-705.

19. Wu CS, Gao QH, Guo XD, Yu JG and Wang M (2012) Effect of ripening stage on physicochemical properties and antioxidant profiles of a promising table fruit ‘pear-jujube’ (*Zizyphus jujuba* Mill.). Scientia Horticulturae. 148: 177-184.

20. Yousef MI, Awad TI, Elhag FA and Khaled FA (2007) Study of the protective effect of ascorbic acid against the toxicity of stannous chloride on oxidative damage, antioxidant enzymes and biochemical parameters in rabbits. Toxicology. 235: 194-202.

21. Zhang H, Jiang L, Ye S, Ye Y and Ren F (2010) Systematic evaluation of antioxidant capacities of the ethanolic extract of different tissues of jujube (*Ziziphus jujube* Mill.) from China. Food and Chemical Toxicology. 48: 1461-1465.

22. Zozio S, Servent A, Hubert O, Hiol A, Pallet D and Mbéguié-A-Mbéguié D (2014) Physicochemical and biochemical characterization of ripening in jujube (*Ziziphus mauritiana* Lamk) fruits from two accessions grown in Guadeloupe. Scientia Horticulturae. 175: 290-297.