ارزیابی خصوصیات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی ارقام مختلف گیاه دارویی *Momordica charantia* L. جهت سازگاری به شرایط آب و هوایی زنجان

زینب محکمی[۱]، عزیزاله خیری[۲*]، محسن ثانی‌خانی[۲]، عباس بهاری[۳]

[۱]دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ایران

[۲]استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ایران

[۳]استادیار گروه علوم بیوتکنولوژی، پژوهشکده زیست فناوری، دانشگاه زنجان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۰/۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۶/۱۰

چکیده

خیار تلخ (*Momordica charantia* L.) متعلق به تیره کدوئیان و بومی جنوب شرق آسیاست. میوه‌های گیاه برای درمان بیماری‌هایی نظیر دیابت، فشار خون بالا، چاقی، سرطان و ایدز استفاده می‌شود. موموردیسین و کارانتین دو ترکیب تری‌ترپنوئیدی موجود در این گیاه هستند که خصوصیات ضددیابتی قوی دارند. با توجه به اثرات مثبت خیار تلخ در درمان دیابت و به منظور بررسی سازگاری ارقام مختلف خیار تلخ، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۷ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان انجام شد. در طول فصل رشد برخی از صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی نظیر رنگیزه‌ها، میزان فنل کل (فولین-سیوکالتو)، فلاونوئید کل (رنگ‌سنجی آلومینیوم کلرید) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (DPPH) عصاره متانولی میوه، کربوهیدرات (روش فنل-سولفوریک‌اسید)، ویتامین ث (یدومتریک) و موموردیسین و کارانتین (HPLC) ارزیابی شدند. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در میان ارقام مورد ارزیابی، رقم Vijay از محتوای فنولی (۲۸/۵۵ میلی‌گرم اکی‌والان گالیک‌اسید/گرم وزن خشک) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (۶۹/۴۲ درصد) بالاتری نسبت به سایر ارقام برخوردار بود. همچنین بیشترین میزان متابولیت‌های ثانویه موموردیسین و کارانتین (به‌ترتیب ۰/۱۸۲و ۰/۶۰۳ میلی‌گرم/گرم وزن خشک) در رقم Vijay و کمترین میزان آنها (به‌ترتیب ۰/۰۳۸ و ۰/۱۸۳ میلی‌گرم/گرم وزن خشک) در رقم Hybrid Baby Doll سنجش گردید. از طرفی بیشترین میزان ویتامین ث (۲۶۷۶ میکروگرم/۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه)، اسیدیته کل (۰/۰۲۲ درصد) و مواد جامد محلول (۵/۵۳ شاخص بریکس) در رقم Jounpouri یافت شد. رقم Vijay که توانایی بیشتری در تجمع متابولیت‌های ثانویه داشت؛ رقم برتر جهت استحصال مواد موثره دارویی شناسایی گردید.

واژه‌های کلیدی: آنتی اکسیدان، خیار تلخ، فنل‌کل، کارانتین، کارلا، موموردیسین.

[*]نویسنده مسئول: kheiry@znu.ac.ir

مقدمه

خیار تلخ با نام علمی *Momordica charantia* L. یک گیاه بالارونده و متعلق به تیره کدوئیان است (Li et al., 2020). این گیاه بومی مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری جهان است که به‌طور گسترده‌ای در مناطق آسیایی، آفریقایی و آمریکای جنوبی جهت استفاده از میوه آن کشت می‌گردد. پرورش آن در ایران و مخصوصاً در استان سیستان و بلوچستان و شهرستان کنارک در سطح وسیع توسعه یافته است (Sarani et al., 2010). محققان از میوه‌های این گیاه برای درمان بیماری‌هایی نظیر دیابت، فشار خون بالا، چاقی، سرطان و حتی ایدز استفاده می‌کنند (Shobha et al., 2015; Perumal et al., 2015; Updhyay et al., 2015). خیار تلخ منبعی غنی از ترکیبات فیتوشیمیایی نظیر آلکالوئیدها، تری‌ترپنوئیدها، پلی‌فنول‌ها، استروئیدها، پروتئین‌ها، ترکیبات معدنی و لیپیدهاست (Ahmad et al., 2016; Sung Goo et al., 2016). همه اندام‌های این گیاه مخصوصا میوه‌های آن دارای ترکیبات گلیکوزیدی غیرسمی نظیر موموردیکوزید، موموردیکوزید ال، مومورديسین ۱ و ۲ هستند که تحت عنوان کلی کوکوربیتان شناسایی می‌شوند (Li et al., 2020). مطالعات متعدد نشان داده که خیار تلخ محتوای ترکیبات فنولی بالایی دارد (Kenny et al., 2013; Lopes et al., 2018). پژوهش‌های مختلف رابطه بین بروز بیماری‌های مختلف را با استرس اکسیداتیو ناشی از تولید بیش از حد گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) نشان می‌دهد (Shahidi and Ambigaipalan, 2015; Wojtunik-Kulesza et al., 2016). این گونه‌های واکنشی می‌تواند توسط آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی موجود در رژیم غذایی متعادل شود (Li et al., 2015; Stefler et al., 2016). به گزارش محققان فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه خیار تلخ به دلیل حضور ترکیباتی نظیر تری‌ترپنوئیدها، ساپونین‌ها، فنول‌ها، فلاونوئیدها، تانن‌ها و سایر ترکیبات فنولی است که فعالیت مهار رادیکال‌های آزاد، ممانعت از پراکسیداسیون لیپیدها و مهار آنزیم گزانتین اکسیداز را بر عهده دارند و با تبدیل رادیکال‌های آزاد به ترکیبات پایدارتر، واکنش زنجیره‌ای رادیکال‌های آزاد را خاتمه می‌بخشد (Wu and Ng, 2008). کارانتین و مومورديسین دو ترکیب تری‌ترپنوئیدی موجود در این گیاه است که خصوصیات ضددیابتی قوی دارند (Krawinkel and Keding, 2006; Li et al., 2015). میزان شیوع جهانی دیابت طی دو دهه گذشته به نحو چشمگیری افزایش یافته به گونه‌ای که از حدود سی میلیون مورد در سال ۱۹۸۵، به ۴۲۲ میلیون مورد در سال ۲۰۱۴ رسیده است. تخمین زده شده با ادامه این روند، تا سال ۲۰۳۰ بیش از ۳۶۰ میلیون نفر به دیابت مبتلا خواهند شد (Katsarou et al., 2017; Shaw et al., 2010). امروزه علی‌رغم وجود داروهای شیمیایی ضددیابت در بازار دارویی، دیابت و گرفتاری‌های مربوط به آن هنوز یک مسئله پیچیده پزشکی می‌باشد. گزارش‌های زیادی در مورد برخی گیاهان دارویی جهت درمان دیابت و فواید آن مطرح شده و به طور تجربی به عنوان درمانگرهای آنتی‌دیابتی شناسایی شده‌اند (Atul Bhattaram et al., 2002; Shukia et al., 2000). تا به حال بیش از ۴۰۰ گونه گیاهی با اثر کاهنده قند خون گزارش شده است (Delfan et al., 2014). خیار تلخ یکی از گیاهان دارویی مهم درمانگر دیابت است. کشور ایران با اقلیم‌های مختلف آب و هوایی، دارا بودن حدود ۸۰۰۰ گونه گیاهی و بیش از ۱۰۰۰ گونه دارویی، بستر مناسبی برای دستیابی به گونه‌هایی با ارزش دارویی و نادر می‌باشد که می‌توان نسبت به سازگار کردن و معرفی تعدادی از آنها به عرصه‌های زراعی اقدام نمود (Zarezadeh et al., 2007). با توجه به ارزش دارویی خیار تلخ و اینکه این گیاه بومی

ایران نیست؛ لزوم پژوهش جهت شناسایی ارقامی با کارایی دارویی و زراعی بالاتر ضروری به نظر می‌رسد؛ لذا در این پژوهش صفات موفولوژیکی و فیتوشیمیایی سه رقم از گیاه دارویی خیار تلخ کشت‌شده در شرایط آب و هوایی زنجان، مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفت تا بهترین رقم از نظر عملکرد بیوشیمیایی و زراعی متناسب با منطقه معرفی گردد.

مواد و روش‌ها

محل اجرای طرح: این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان (N: 36◦ 40′ 52″ - E: 48◦ 24′ 19″ - H: 1593) با بافت خاک متوسط (لومی: رسی: شنی)، pH=7/2، EC=1.12 ds/m، میزان مواد آلی ۱/۱۱٪، کربنات کلسیم ۱۴/۰۹٪، نیتروژن ۰/۸٪، فسفر و پتاسیم قابل دسترس به ترتیب ۴/۶ و ۱۵۴ پی‌پی‌ام اجرا شد. متوسط بارندگی سالیانه ۳۰۰ میلی‌متر و متوسط دما در طول فصل رشد ۲۰/۱۸ درجه سانتی‌گراد بود (http://www.irimo.ir). بذور ارقام مختلف کارلای پاکستانی (Jounpouri)، هندی (Vijay) و مثلثی (Hybrid Baby Doll) از پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل تهیه گردید. بذور قبل از کشت درون دستمال مرطوب ریشه‌دار شده و سپس در زمین اصلی به روش کپه‌ای کشت گردید. کشت بذور با فاصله بین ردیف ۱/۵ متر و فاصله روی ردیف یک متر اجرا شد. عملیات آبیاری به روش قطره‌ای و با فاصله زمانی ۴ روز یکبار صورت گرفت. حذف علف‌های هرز در طول مرحله داشت به صورت مکانیکی انجام شد. در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی نمونه‌برداری و اندازه‌گیری پارامترهای مورفولوژیکی نظیر درصد سبز شدن، تعداد شاخه جانبی، تعداد گل نر، تعداد گل ماده، نسبت جنسی، طول و عرض برگ، طول و قطر میوه، تعداد میوه در هر برداشت و عملکرد تر صورت گرفت (Barati et al., 2014).

تعیین میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی: برای تعیین مقادیر کلروفیل آ، ب و کلروفیل کل، مقدار ۰/۵ گرم از بافت سبز برگ‌های بالغ جوان به همراه ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد ساییده شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۶۰۰۰ دور سانتریفوژ شدند و پس از آن به‌طور جداگانه مقادیر کلروفیل آ در طیف جذبی ۶۶۳ و کلروفیل ب در ۶۴۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Unic, UV, 2100 قرائت شد. جهت تنظیم دستگاه، استون ۸۰ درصد مورد استفاده قرار گرفت. غلظت رنگیزه‌ها با استفاده از فرمول‌های زیر و بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر نمونه محاسبه شد (Khaleghnezhad et al., 2019). همچنین جهت سنجش کارتنوئید کل از ۰/۵ گرم گوشت میوه کاملا رسیده (در مرحله تغییر رنگ کامل میوه از سبز به نارنجی) و طول موج ۴۷۰ نانومتر استفاده گردید (Lichtenthaler, 1987; Khaleghnezhad et al., 2019). آماده‌سازی نمونه‌ها مطابق روش ذکر شده برای کلروفیل و توسط استون ۸۰٪ صورت گرفت.

(۱):

$$\text{Chorophyll a}= (12.25 \times A_{663}-2.798)\left(\frac{V}{W\times 1000}\right)$$

(۲):

$$\text{Chorophyll b}= (21.50\times A_{645}-5.10)\left(\frac{V}{W\times 1000}\right)$$

(۳):

$$\text{Total Chl} = (7.15\ A_{663} + 18.71\ A_{645})\times \left(\frac{V}{W\times 1000}\right)$$

(۴):

$$C= (1000\ A_{470} - 1.82\ \text{Chl a} - 85.02\ \text{Chl b})/198 \times \left(\frac{V}{W\times 1000}\right)$$

در رابطه های فوق، A میزان جذب قرائت شده توسط دستگاه اسپکتروفتومتر، Chl a مقدار کلروفیل آ، Chl b میزان کلروفیل ب، Total Chl میزان کلروفیل کل، C میزان کارتنوئید، V حجم نهایی عصاره‌ی استون ۸۰٪ و W وزن تازه بافت برای عصاره‌گیری بر حسب گرم است.

تعیین میزان آنتوسیانین در بافت آریل بذر: جهت سنجش میزان آنتوسیانین از روش متانول اسیدی استفاده گردید. بدین ترتیب که ۰/۱ گرم از بافت تازه (آریل قرمز رنگ اطراف بذر) با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (مخلوط ۱ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک خالص با ۹۹ میلی‌لیتر متانول) سائیده شد. عصاره‌ها به مدت ۲۴ ساعت در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و تاریکی نگهداری گردید. سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه با دور ۴۰۰۰ rpm سانتریفیوژ گردید. جذب محلول فوقانی در طول موج ۵۵۰ نانومتر توسط اسپکتوفتومتر (مدل Unic, UV, 2100) قرائت گردید. از محلول متانول اسیدی به عنوان شاهد (بلانک) استفاده گردید (Wanger, 1979; Khaleghnezhad et al., 2019).

$$A= \varepsilon bc \quad (۵)$$

ε: ضریب خاموشی معادل ۳۳۰۰ مول بر سانتی‌متر، b: عرض کوت برابر یک سانتی‌متر، c: مقدار آنتوسیانین بر حسب مول بر گرم و A: مقدار جذب توسط دستگاه اسپکتوفتومتر است.

تهیه عصاره هیدروالکلی جهت سنجش فنل کل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدان: میوه‌ها در مرحله بلوغ سبز برداشت شده، به قطعات کوچک خرد شده و به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد خشک گردید. میوه خشک شده به کمک آسیاب برقی پودر گردید. عصاره متانولی از پودر میوه با روش ماسراسیون سرد و با نسبت ۱۰:۱ (V/W) ماده خشک گیاهی و حلال متانول ۷۰٪ تهیه گردید. نمونه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت درون حلال و روی شیکر با دور ۱۲۰ rpm در دمای اتاق خیسانده شد. پس از آن با کاغذ صافی واتمن No.1 صاف گردید و جهت تغلیظ به دستگاه روتاری اواپراتور با دمای ۴۵ درجه انتقال یافت. یک ساعت پس از تغلیظ عصاره به زیر هود انتقال یافته تا مابقی حلال به تدریج تبخیر گردد. از این عصاره جهت استفاده در سنجش میزان فنل کل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی استفاده گردید (Firouzkoohi et al., 2018; Lopes et al., 2018; Barua et al., 2020).

سنجش میزان فنل کل: مقادیر ترکیب‌های فنلی در عصاره متانولی میوه به روش لی و همکاران (Li et al., 2015) اندازه‌گیری گردید. طبق این روش مقدار ۲۰۰ میکرولیتر از عصاره متانولی، در لوله‌های آزمایش ریخته شد. ۴۰۰ میکرولیتر معرف فولین سیوکالتو (رقیق شده با آب مقطر به نسبت ۱ به ۱۰) و ۴۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۷ درصد به مخلوط فوق اضافه گردید. بعد از ۳۰ دقیقه نگهداری در دمای محیط، جذب نوری آن توسط اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت شد. در نهایت با قرار دادن مقدار جذب عصاره در معادله خطی مربوط به منحنی استاندارد گالیک اسید (۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) مقدار فنل کل موجود در عصاره محاسبه شد. داده‌ها معادل میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم وزن خشک گیاه (میلی‌گرم اکی‌والان گالیک‌اسید/گرم وزن خشک) بیان شد. همه سنجش‌ها در سه نوبت تکرار گردید.

سنجش فلاونوئید کل: محتوای فلاونوئیدی عصاره متانولی میوه خیار تلخ به روش رنگ‌سنجی آلومینیوم کلرید اندازه‌گیری شد. در این روش به ۵۰۰ میکرولیتر از عصاره متانولی، ۱۰۰ میکرولیتر محلول آلومینیوم کلرید (۱۰ درصد)، ۱۰۰ میکرولیتر محلول استات پتاسیم یک مولار و ۲/۸

میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردید. نمونه‌ها به مدت ۴۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شده و سپس جذب مخلوط واکنش در طول موج ۴۱۵ نانومتر توسط اسپکتوفتومتر اندازه‌گیری شد. منحنی استاندارد بر اساس محلول کوئرستین با غلظت های متفاوت (۵۰، ۱۵۰، ۲۵۰، ۳۵۰، ۴۵۰ و ۵۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) رسم شده و میزان فلاونوئید معادل میلی‌گرم کوئرستین در هر گرم وزن خشک گیاه محاسبه گردید. ضمناً بلانک محلول نیز به همین صورت و بدون عصاره آماده شد. تمامی سنجش‌ها در سه تکرار انجام شد (Chang et al., 2002).

سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدان: سنجش فعالیت مهار رادیکال‌های آزاد DPPH [1] به روش باروس و همکاران (Barros et al., 2007) صورت گرفت. این روش بر اساس تغییر رنگ محلول متانولی بنفش رنگ ۲ و ۲- دی فنیل-۱- پیکریل- هیدرازیل به محلول زرد رنگ دی فنیل- پیکریل هیدرازین می‌باشد. ۲۵۰ میکرولیتر از عصاره‌ی متانولی میوه خیار تلخ با ۷۵۰ میکرولیتر از محلول DPPH (دو میلی‌گرم DPPH [2] در ۵۰ میلی‌لیتر متانول حل شد) مخلوط گردید. این نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در شرایط تاریکی و دمای اتاق نگهداری شد و سپس میزان جذب آن در طول موج ۵۱۷ نانومتر با دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت شد. درصد مهار رادیکال‌های آزاد با فرمول ذیل محاسبه گردید:

(۶):

درصد مهار رادیکال آزاد = $(Ac-As)/Ac \times 100$

Ac: میزان جذب برای نمونه شاهد، As: میزان جذب نمونه گیاهی، قرائت مربوط به کوت محتوی ۷۵۰ میکرولیتر از محلول DPPH و فاقد عصاره‌ی گیاهی به عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شد.

1. 2, 2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl
2. C18H12N5O6, Merck, Germany, NO. 300267

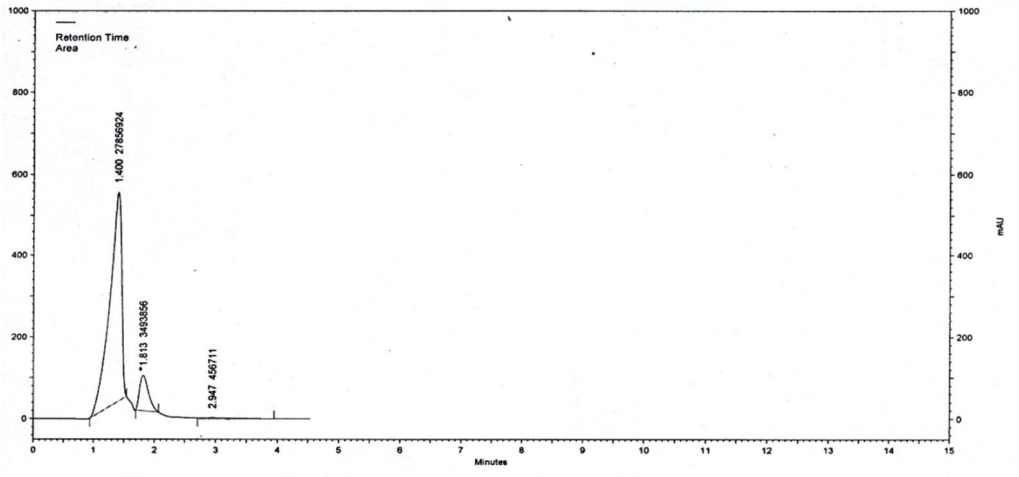
اندازه‌گیری متابولیت‌های ثانویه به کمک کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC)

عصاره‌گیری جهت سنجش موموردیسین: جهت استخراج عصاره‌ی کارلا از روش ماسراسیون سرد استفاده گردید. بدین منظور ۰/۵ گرم از پودر میوه‌ی خشک و آسیاب شده‌ی کارلا در ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰٪ به مدت ۳ ساعت روی شیکر قرار گرفت. سپس با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید. محلول رویی پس از سانتریفیوژ جداسازی شد. عمل استخراج دو بار تکرار گردید و پس از تجمیع محلول‌های فوقانی هر سه مرحله، عصاره نهایی توسط دستگاه روتاری اواپوراتور تغلیظ گردید. قبل از تزریق به دستگاه کروماتوگرافی مایع تمامی نمونه‌ها به کمک فیلتر سرسرنگی ۰/۴۵ میکرون صاف شد (Mekuia et al., 2006).

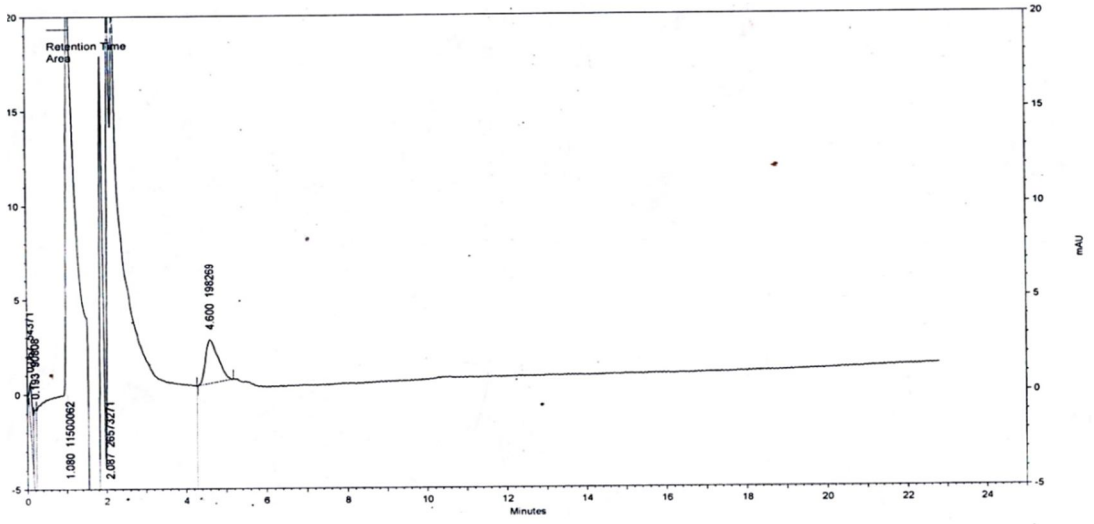
سنجش میزان موموردیسین: ابتدا یک میلی‌لیتر دی متیل سولفوکساید (DMSO) با ۹ میلی‌لیتر متانول خالص گرید اچ پی ال سی به حجم ۱۰ سی‌سی رسید. سپس ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره اتانولی میوه با ۹۰۰ میکرولیتر از محلول دی‌متیل سولفوکساید فوق‌الذکر مخلوط گردید. میکروتیوپ‌های حاوی این مخلوط به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به کمک حمام اولتراسونیک سونیکه شدند. در نهایت ۲۰ میکرولیتر از مخلوط آماده شده فوق به دستگاه کروماتوگرافی مایع (مرک – هیتاچی، مدل L 7100) تزریق گردید. مشخصات دستگاه عبارت از: ستون تشخیصی C-18 به طول ۱۵۰ میلی‌متر و قطر ۴/۶ میلی‌متر، پمپ لاکروم، قطر ذرات ۵ میکرومتر بود. در سنجش موموردیسین از فاز متحرک متانول- آب دیونایز (۷۰: ۳۰)، سرعت جریان یک میلی‌لیتر/ دقیقه و طول موج ۲۴۳ نانومتر استفاده گردید. محتوای مومردیسین بر اساس زمان بازداری پیک استاندارد (شکل ۱)، تعیین هویت شده

و مقدار آن بر اساس فرمول منحنی استاندارد تعیین گردید (Mekuia et al., 2006; Zhang et al., 2014; Li et al., 2015).

سنجش میزان کارانتین: برای اندازه‌گیری میزان کارانتین ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره اتانولی میوه به دستگاه HPLC تزریق گردید. فاز متحرک در تشخیص کارانتین شامل متانول: آب دیونایز (۹۸: ۲) بود که پس آماده‌سازی به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به کمک دستگاه اولتراسونیک گاززدایی شد. در این سنجش از سرعت جریان یک میلی‌لیتر/دقیقه و طول موج ۲۱۰ نانومتر استفاده گردید. محتوای کارانتین بر اساس زمان بازداری پیک استاندارد (شکل ۲)، تعیین هویت شد. ابتدا سطوح مختلف کارانتین (۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) به دستگاه تزریق شد و با توجه به سطوح زیر پیک این مقادیر و به کمک نرم‌افزار اکسل منحنی کالیبراسیون ترسیم گردید. مقادیر کارانتین موجود در هر نمونه به کمک فرمول منحنی کالیبراسیون محاسبه گردید (Sung Goo et al., 2016).



شکل ۱: کروماتوگرام مربوط به سنجش مومووردیسین در ارقام مختلف خیار تلخ به روش HPLC



شکل ۲: کروماتوگرام مربوط به سنجش کارانتین در ارقام مختلف خیار تلخ به روش HPLC

اندازه‌گیری میزان کربوهیدرات: ۰/۲ گرم از بافت تازه میوه سبز توزین و به آن ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۵٪ افزوده و سپس لوله‌های آزمایش محتوی مخلوط واکنش در حمام بن‌ماری با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت قرار گرفت. یک میلی‌لیتر از عصاره استخراجی فوق با یک میلی‌لیتر فنول ۰/۵ درصد و پنج میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۹۸٪ به آرامی مخلوط نموده و پس از سرد شدن محتویات لوله‌ی آزمایش (رنگ مخلوط واکنش زردطلایی بود)، میزان جذب توسط دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۴۸۳ نانومتر قرائت گردید. میزان کربوهیدرات استخراجی بر اساس میکروگرم گلوکز/ گرم وزن تر نمونه و بر اساس منحنی استاندارد گلوکز محاسبه گردید (Liu et al., 1973).

اندازه‌گیری ویتامین ث به روش یدومتریک: آب میوه به کمک آبمیوه‌گیر برقی استخراج و به کمک کاغذ صافی واتمن No:1 صاف گردید. ۱۰ میلی‌لیتر از آب میوه تا حجم نهایی ۱۰۰ میلی‌لیتر با آب مقطر رقیق شد. سپس دو میلی‌لیتر از محلول نشاسته ۱٪ به آب میوه رقیق‌شده افزوده شد و توسط محلول یدات (۱۶/۶ گرم یدیدپتاسیم و ۱/۲۶۹ گرم ید توزین شد و در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل گردید) تا زمان ظهور رنگ خاکستری روشن تیتر گردید. حجم محلول یدات مصرفی جهت تیتر را یادداشت نموده و از فرمول ذیل میزان ویتامین ث بر حسب میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه محاسبه گردید (Rabiei and Jozghasemi, 2013).

$$A= (S\times N\times F\times 88.1\times 100)/10 \qquad (۷)$$

A : میزان اسیدآسکوربیک در عصاره میوه، S: مقدار محلول ید مصرفی، N: نرمالیته ید مصرفی (۰/۰۱)، F: فاکتور محلول ید مصرفی (۰/۸۸۵)

اندازه‌گیری اسیدیته کل میوه (TA): پنج میلی‌لیتر از آب میوه با ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد؛ سپس با کمک دستگاه pH متر با سود ۰/۱ نرمال تیتر گردید تا زمانیکه اسیدیته مخلوط بین ۸/۱-۸/۲ ثابت ماند. حجم سود مصرفی یادداشت شد. در نهایت اسیدیته قابل تیتر موجود در آب میوه بر حسب درصد پروتوکاتچیک اسید گزارش گردید (Rabiei and Jozghasemi, 2013).

اندازه‌گیری مواد جامد محلول (TSS): برای اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول، ۱۰۰ گرم میوه بالغ سبز پس از برداشت شستشو، به قطعات کوچک تقسیم و توسط دستگاه آب‌میوه‌گیری برقی آبگیری شد. مواد جامد محلول در آب میوه (شاخص بریکس) توسط دستگاه رفرکتومتر دیجیتال (مدل RHB32, Italy) قرائت گردید (Silva et al., 2016).

آنالیز آماری: داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخهٔ ۹/۱، تجزیه واریانس شد. مقایسه میانگین داده‌ها از طریق آزمون آماری ANNOVA در سطح احتمال ۵ درصد انجام و نمودارها با نرم افزار Excel ترسیم شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها جهت ارزیابی میزان سازگاری ارقام مختلف خیار تلخ در شرایط آب و هوایی زنجان نشان داد که کلیه صفات مورد ارزیابی در این آزمایش بجز تعداد شاخه جانبی، درصد آب میوه و کلروفیل کل اختلاف آماری معنی‌داری داشتند (جدول ۱ و ۲).

نتایج ارزیابی صفات مورفولوژیکی: با توجه به مقایسه میانگین داده‌های مورفولوژیکی مندرج در جدول ۳ مشخص شد که دو رقم پاکستانی (Jounpouri) و هندی (Vijay) از درصد سبز شدن نسبتا بالایی (به ترتیب ۸۶/۳۳ و ۸۳/۳۳ درصد) برخوردار بودند؛ اما رقم مثلثی (Hybrid Baby Doll) کمترین درصد سبز شدن (۴۵/۶۶ درصد) را نشان داد.

بیشترین توسعه سطح برگ در رقم هندی (Vijay) مشاهده گردید به‌طوریکه بیشترین طول و عرض برگ به ترتیب با مقادیر ۶۸/۱۲ و ۹۴/۶۷ میلی‌متر در این رقم مشاهده گردید که نسبت به رقم مثلثی ۳۹ درصد توسعه‌ی برگی بیشتری را از خود نشان داده است. همچنین بیشترین تعداد میوه در هر برداشت (۱۷/۶۶)، وزن تر تک میوه (۴۸/۳۷ گرم)، وزن خشک تک میوه (۲/۹۱ گرم) در رقم هندی (Vijay) مشاهده گردید. در صورتی که بیشترین طول میوه (۱۵۳/۹۴ میلی‌متر) و عملکرد کل میوه (۳۵۸۱/۰۹ گرم) در رقم پاکستانی (Jounpouri) وجود داشت (جدول ۳).

همچنین در ارزیابی صفات مورفولوژیکی تعداد گل نر، گل ماده و نسبت جنسیت در طول فصل رشد و پس از ورود گیاهان به فاز زایشی با فواصل ده روز انجام شد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بالاترین تعداد گل نر (۳۳) و گل ماده (۱۰/۶) در رقم پاکستانی (Jounpouri) مشاهده گردید؛ در حالی که کمترین تعداد گل نر، گل ماده و نسبت جنسیت در رقم Hybrid Baby Doll. (به‌ترتیب ۱۴/۳۳، ۴/۳۰ و ۳/۳۰) مشاهده گردید (جدول ۳). در این آزمایش ارزیابی ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که همبستگی مثبت و قابل توجهی بین درصد ظهور گل‌های ماده و درصد تشکیل میوه (P=۰/۶۱) وجود داشت. به عبارت دیگر رقم پاکستانی که در طول فصل رشد تعداد گل ماده بیشتری داشت توانست تعداد میوه در بوته و عملکرد میوه کل بیشتری نیز تولید نماید (جدول ۳).

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مختلف مورفولوژیکی ارقام مختلف خیار تلخ در شرایط آب و هوایی زنجان

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد سبزشدن	تعداد شاخه جانبی	تعداد گل نر	تعداد گل ماده	نسبت جنسیت	عرض برگ	طول برگ
تیمار (رقم)	۲	۱۵۴۰/۷۷**	۰/۱۱۱^{ns}	۲۶۶/۷۷**	۴۲/۳۳**	۱۰/۹۱**	۴۱۳/۵۹**	۳۴۳/۹۰**
خطا	–	۸۷/۳۳	۲/۱۱	۹/۴۴	۰/۸۸۸	۰/۰۹۶	۳۴/۲۵	۴۳/۸۷
ضریب‌تغییرات	–	۱۳/۰۱۹	۱۱/۹۹	۱۲/۵۷	۱۴/۸۸	۷/۲۲	۷/۰۹۱	۱۱/۵۹

ادامه جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مختلف مورفولوژیکی ارقام مختلف خیار تلخ در شرایط آب و هوایی زنجان

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد میوه	وزن تر میوه	وزن خشک میوه	درصد آب میوه	تعداد میوه	قطر میوه	طول میوه
تیمار (رقم)	۲	۴۴۵۶۴۷۱/۹۲**	۲۵۵/۷۸**	۰/۴۴**	۱/۰۵۸^{ns}	۲۸*	۷/۸۳*	۹۲۵۶/۸**
خطا	–	۶۴۵۳۲/۳	۹/۳۲	۰/۰۵۳۸	۰/۲۷۸	۳	۲۴/۲۴	۲۶۸/۹۷
ضریب‌تغییرات	–	۱۰/۸۶	۷/۷۵	۸/۹۵	۰/۵۶	۱۲/۰۸	۱۵/۸۰	۱۴/۶۵

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات مختلف فیتوشیمیایی ارقام مختلف خیار تلخ در شرایط آب و هوایی زنجان

منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل آ	کلروفیل ب	کلروفیل کل	کاروتنوئید	آنتوسیانین	فلاونوئید کل	فنل کل
تیمار (رقم)	۲	۵/۲۹**	۳/۰۸**	۰/۰۸۶^{ns}	۴/۶۳۱**	۱۵/۴۴**	۰/۰۵۳*	۱۵۰/۴۵*
خطا	–	۰/۱۸۶	۰/۱۸۵	۵/۵۲۰	۰/۰۶۵۷	۱/۰۷۳	۰/۰۱۲۹	۱۳/۹۳
ضریب تغییرات	–	۳/۸۸	۱۴/۰۷	۱۶/۴۵	۵/۵۷	۱۷/۱۰	۶/۲۰۱	۱۸/۲۸

ادامه جدول ۲: تجزیه واریانس صفات مختلف فیتوشیمیایی ارقام مختلف خیار تلخ در شرایط آب و هوایی زنجان

منابع تغییرات	درجه آزادی	فعالیت آنتی‌اکسیدانی	کربوهیدرات	ویتامین ث	موموردیسین	کارانتین	اسیدیته کل	مواد جامد محلول
تیمار (رقم)	۲	۲۰۸/۷۵*	۱۰/۷۲**	۰/۰۸۹**	۰/۰۵۰**	۰/۰۱**	۱/۲۵**	۰/۹۸**
خطا	–	۱۵/۸۰	۰/۸۵	۱۷/۴۹	۰/۰۴	۲۴/۳۶	۰/۱۴۶	۰/۲۵
ضریب‌تغییرات	–	۶/۲۸	۱۵/۸	۱۶/۹۹	۱/۸۴	۱/۱۳	۱۸/۱۹	۹/۵

*معناداری درسطح ۰/۰۵ ، ** معناداری در سطح ۰/۰۱ و ns عدم معناداری

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی ارقام مختلف خیار تلخ در شرایط آب و هوایی زنجان

تیمار ارقام مختلف	درصد سبزشدن (٪)	عرض برگ (میلی‌متر)	طول برگ (میلی‌متر)	عملکرد میوه (گرم)	وزن تر میوه (گرم)	وزن خشک میوه (گرم)
Jounpouri	۸۶/۳۳ a	۶۷/۸۱ c	۵۶/۴۴ b	۳۵۸۱/۰۹ a	۳۹/۸۵ b	۲/۷۰ ab
Hybrid Baby Doll	۴۵/۶۶ b	۷۱/۲۳ b	۴۶/۷۴ c	۱۱۴۴/۹۵۳ c	۲۹/۹۲ c	۲/۱۶ b
Vijay	۸۳/۳۳ a	۹۴/۶۷ a	۶۸/۱۲ a	۲۲۸۹/۵۳ b	۴۸/۳۷ a	۲/۹۱ a

ادامه جدول ۳: مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی ارقام مختلف خیار تلخ در شرایط آب و هوایی زنجان

تیمار ارقام مختلف	تعداد میوه –	عرض میوه (میلی‌متر)	طول میوه (میلی‌متر)	تعداد گل نر –	تعداد گل ماده –	نسبت جنسیت –
Jounpouri	۱۳/۶۶ ab	۳۰/۶۶ ab	۱۵۳/۹۴ a	۳۳ a	۱۰/۶ a	۳/۱ b
Hybrid Baby Doll	۱۱/۶۶ b	۳۲/۹۶ a	۴۸/۹۳ c	۱۴/۳۳ c	۴/۳ b	۳/۳ b
Vijay	۱۷/۶۶ a	۲۹/۸۴ b	۱۳۲/۸۶ b	۲۶ b	۴ b	۶/۵ a

میانگین‌های دارای حروف یکسان در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معناداری ندارند.

نتایج ارزیابی صفات فیتوشیمیایی

سنجش میزان رنگیزه‌های کلروفیل، کارتنوئید و آنتوسیانین: تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن بود که ارقام مختلف خیار تلخ اختلاف آماری معناداری از نظر میزان رنگیزه‌ها در بافت‌های مختلف (برگ، گوشت میوه و آریل بذر) دارند (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که ارقام مختلف خیار تلخ رشدیافته در شرایط آب و هوایی زنجان مقادیر متفاوتی از کلروفیل آ و ب در برگ‌ها تجمع دادند (جدول ۳). بالاترین میزان کلروفیل آ (۱۲/۲۳میلی‌گرم/گرم وزن تر) در رقم Vijay و بالاترین میزان کلروفیل ب (۴/۱۳ میلی‌گرم/ گرم وزن تر) در رقم پاکستانی Jounpoury مشاهده گردید (جدول ۴). اگرچه میانگین کلروفیل کل بین ارقام مختلف خیار تلخ اختلاف معناداری از نظر آماری نشان نداد؛ اما بیشترین میزان (۱۴/۴۱ میلی‌گرم/گرم وزن تر) در رقم Jounpoury وجود داشت. در این پژوهش میزان رنگیزه کارتنوئید در پریکارپ میوه و در مرحله نهایی برداشت (پس از تغییر رنگ میوه از سبز به نارنجی) سنجش گردید. ارقام مختلف خیار تلخ مقادیر مختلفی از این رنگیزه را تجمع دادند به‌طوریکه بالاترین میزان کارتنوئید (۵/۶۷ میلی‌گرم/گرم وزن تر) در رقم Jounpoury و کمترین مقدار (۳/۲۴ میلی‌گرم/گرم وزن تر) در رقم Hybrid Baby Doll مشاهده گردید (جدول ۴). این رنگیزه پیش‌ساز ویتامین آ بوده؛ فلذا بیشتر بودن مقدار آن در گوشت میوه‌ی خیار تلخ گویای ارزش بالای غذایی این میوه در مرحله رسیدگی کامل است. آریل

بذرهای خیار تلخ که در مرحله رسیدگی کامل به قرمز تغییر رنگ می‌دهد و دارای طعمی شیرین و مطبوع است؛ در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این‌رو در این مطالعه میزان رنگیزه آنتوسیانین در این بافت اندازه‌گیری گردید. همانطور که در نتایج جدول ۴ ملاحظه می‌گردد؛ بالاترین میزان آنتوسیانین (۸/۲۹ میلی‌گرم/گرم وزن تر) آریل بذری در رقم Jounpoury مشاهده گردید. از طرف دیگر رقم Hybrid Baby Doll از کمترین میزان آنتوسیانین (۳/۷۵ میلی‌گرم/گرم وزن تر) برخوردار بود (جدول ۴).

جدول ٤: مقایسه میانگین صفات فیتوشیمیایی ارقام مختلف خیار تلخ در شرایط آب و هوایی زنجان

ارقام مختلف	فنل کل (میلی‌گرم اکی‌والان کوئرستین/گرم وزن خشک)	فلاونوئید کل (میلی‌گرم اکی والان گالیک اسید/گرم وزن خشک)	فعالیت آنتی‌اکسیدان (٪)	کلروفیل آ	کلروفیل ب	کارتنوئید	آنتوسیانین
				(میلی‌گرم/گرم وزن تر)			
Jounpouri	۱۷/۷۲^{b}	۱/۹۰^{a}	۶۶/۵۶^{ab}	۱۱/۴۴^{b}	۴/۱۳^{a}	۵/۶۷^{a}	۸/۲۹^{a}
Hybrid Baby Doll	۱۵/۲۳^{c}	۱/۶۴^{b}	۵۳/۷۵^{b}	۹/۶۴^{c}	۲/۱۲^{b}	۳/۲۴^{c}	۳/۷۵^{c}
Vijay	۲۸/۵۵^{a}	۱/۹۱^{a}	۶۹/۴۲^{a}	۱۲/۲۳^{a}	۲/۹۱^{ab}	۴/۸۸^{b}	۶/۱۳^{b}

ادامه جدول ٤: مقایسه میانگین صفات فیتوشیمیایی ارقام مختلف خیار تلخ در شرایط آب و هوایی زنجان

ارقام مختلف	کربوهیدرات (میلی‌گرم گلوکز/گرم وزن تر)	ویتامین ث (میکروگرم/۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه)	موموردیسین (میلی‌گرم/گرم وزن خشک)	کارانتین (میلی‌گرم/گرم وزن خشک)	اسیدیته کل (٪)	مواد جامد محلول (بریکس)
Jounpouri	۱/۹۵^{b}	۲۶۷۶^{a}	۰/۱۶۵^{b}	۰/۳۵۸^{b}	۰/۰۲۲^{a}	۵/۵۳^{a}
Hybrid Baby Doll	۲/۰۸^{a}	۲۲۸۷^{b}	۰/۰۳۸^{c}	۰/۱۸۳^{c}	۰/۰۱۶^{c}	۴/۵۳^{b}
Vijay	۱/۷^{c}	۲۴۲۳^{ab}	۰/۱۸۲^{a}	۰/۶۰۳^{a}	۰/۰۱۹^{b}	۴/۹۶^{ab}

میانگین‌های دارای حروف یکسان در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معناداری ندارند.

جدول ٥: بررسی ضریب همبستگی پیرسون بین متغیرهای تعداد گل ماده، گل نر و نشست میوه

متغیر	تعداد گل ماده	تعداد گل نر	نشست میوه
تعداد گل ماده	۱/۰۰۰	–	۰/۸۵۳*
تعداد گل نر	–	۱/۰۰۰	۰/۶۹۶*
نشست میوه	۰/۸۵۳*	۰/۶۹۶*	۱/۰۰۰

*معناداری درسطح احتمال ۰/۰۵

میزان فنل کل: مقایسه میانگین ترکیبات فنلی در ارقام مختلف خیار تلخ رشدیافته در شرایط آب و هوایی زنجان نشان داد (جدول ۴) که این ارقام پتانسیل متفاوتی در تجمع ترکیبات فنولی دارند؛ به‌طوری که بالاترین میزان فنل کل (۲۸/۵۵ میلی‌گرم اکی‌والان گالیک اسید/گرم وزن خشک) در رقم Vijay و کمترین میزان (۱۵/۲۳ میلی‌گرم اکی‌والان گالیک اسید / گرم وزن خشک) در رقم Hybrid Baby Doll مشاهده گردید (جدول ۴).

میزان فلاونوئید کل: سنجش میزان فلاونوئیدها در ارقام مختلف خیار تلخ رشدیافته در شرایط آب و هوایی زنجان نشان داد که این ارقام پتانسیل

متفاوتی در تجمع این گروه از ترکیبات دارند. اگرچه اختلاف آماری معناداری بین دو رقم هندی و پاکستانی در این آزمایش مشاهده نشد (جدول ۴)؛ اما بالاترین میزان فلاونوئید کل (۱/۹۱ میلی‌گرم اکی‌والان کوئرستین/گرم وزن خشک) در رقم Vijay و کمترین میزان (۱/۶۷ میلی‌گرم اکی‌والان کوئرستین/گرم وزن خشک) در رقم Hybrid Baby Doll مشاهده گردید (جدول ۴).

سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی: سنجش میزان مهار رادیکال‌های آزاد DPPH توسط عصاره متانولی میوه ارقام مختلف خیار تلخ رشد یافته در شرایط آب و هوایی زنجان نشان داد که این ارقام از فعالیت آنتی‌اکسیدانی مختلفی برخوردارند. در این پژوهش بالاترین درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۶۹/۴۲ ٪) در عصاره‌ی رقم Vijay مشاهده گردید. کمترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۵۳/۷۵ ٪) هم مربوط به عصاره متانولی میوه رقم Hybrid Baby Doll بوده است (جدول ۴).

میزان متابولیت‌های ثانویه موموردیسین و کارانتین: سنجش میزان متابولیت‌های ثانویه موموردیسین و کارانتین در میوه خیار تلخ بین ارقام متفاوت اختلاف آماری معناداری در سطح احتمال ۰/۰۵ ($p<0.01$) داشت (جدول ۲). بطوری‌که بیشترین میزان این ترکیبات (به‌ترتیب ۰/۱۸۲ و ۰/۶۰۳ میلی‌گرم/گرم وزن خشک) در رقم Vijay و کمترین میزان آنها (به‌ترتیب ۰/۰۳۸ و ۰/۱۸۳ میلی‌گرم/گرم وزن خشک) در رقم Hybrid Baby Doll سنجش گردید (جدول ۴).

میزان کربوهیدرات میوه: محتوای کربوهیدرات موجود در میوه ارقام مختلف خیار تلخ نیز اختلاف آماری معناداری در سطح احتمال ۰/۰۱ ($p<0.01$) داشت (جدول ۲). بالاترین میزان کربوهیدرات (۲/۰۸ میلی‌گرم/گرم وزن تر) در رقم Hybrid Baby Doll و کمترین میزان آن (۱/۷ میلی‌گرم/گرم وزن تر) در رقم Vijay مشاهده گردید (جدول ۴).

میزان ویتامین ث: آنالیز آماری داده‌ها نشان داد که میزان ویتامین ث موجود در آب میوه ارقام مختلف خیار تلخ اختلاف معناداری در سطح احتمال ۰/۰۱ ($p<0.01$) داشت (جدول ۲)؛ بطوری‌که بیشترین میزان ویتامین ث (۲۶۷۶ میکروگرم/۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه) در رقم Jounpoury و کمترین میزان آن (۲۲۸۷ میکروگرم/۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه) در رقم Hybrid Baby Doll اندازه‌گیری شد (جدول۴).

محتوای اسیدیته قابل تیتر (TA): مقایسه کمی میزان اسیدیته قابل تیتر (TA) یک سنجش مفید برای نظارت بر پیشرفت تخمیرهای تولیدکننده اسید و عمر پس از برداشت محصولات باغبانی است (Schmidl and Labuza, 2000). میزان اسیدیته قابل تیتر نیز بین ارقام مختلف خیار تلخ اختلاف آماری معناداری در سطح احتمال ۰/۰۱ ($p<0.01$) داشت (جدول ۲). طبق نتایج آزمایش حاضر بیشترین میانگین میزان TA (۰/۰۲۲٪) در آب میوه رقم Jounpoury و کمترین مقدار آن (۰/۰۱۶ ٪) در رقم Hybrid Baby Doll اندازه‌گیری شد (جدول۴).

محتوای مواد جامد محلول در آب میوه (TSS): محتوای مواد جامد محلول در آب میوه (TSS) بین ارقام مورد مطالعه اختلاف آماری معناداری در سطح احتمال ۰/۰۱ ($p<0.01$) از خود نشان داد (جدول ۲). بطوری‌که بالاترین میزان TSS (۵/۵۳ شاخص بریکس) در آب میوه رقم Jounpoury مشاهده گردید و کمترین میزان TSS (۴/۵۳ شاخص بریکس) در رقم Hybrid Baby Doll تجمع یافت (جدول ۴).

بحث

محققین مختلف معیارهای متفاوتی را جهت تشخیص سازگاری و ثبات عملکرد ژنوتیپ‌ها به کار می‌برند تا کارایی گزینش و معرفی ارقام را افزایش دهند. مقایسه پارامترهای مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی ارقام مختلف خیار تلخ جهت تعیین بهترین رقم سازگار برای کشت در شرایط آب و هوایی زنجان نشان داد که از لحاظ قدرت سبز شدن و رشد اولیه بین دو رقم Jounpoury و Vijay اختلاف آماری معناداری وجود ندارد (جدول ۱). اگرچه در این پژوهش رقم Vijay توسعه برگی، تعداد میوه در هر برداشت، وزن تر و خشک میوه بیشتری را از خود نشان داد اما رقم Jounpoury از عملکرد کل بالاتری برخوردار بود که دلیل این امر را می‌توان به تعداد بیشتر گل نر و گل ماده و همچنین بازه‌ی گلدهی طولانی‌تر نسبت داد که منجر به تعداد دفعات برداشت بیشتر در طول فصل رشد در رقم Jounpoury نسبت به رقم Vijay شد (جدول ۳). بررسی ضریب همبستگی پیرسون بین تعداد گل‌های ماده و درصد تشکیل میوه[1] نشان داد که همبستگی همبستگی مثبت و بالایی بین این دو پارامتر وجود دارد (جدول ۵) و رقم Jounpoury که تعداد گل ماده بیشتری دارد؛ قادر است عملکرد میوه بیشتری را نیز تولید نماید (جدول ۳). نحوه ظهور گل‌ها در گیاهان گلدار یک صفت ویژه در جنس‌های خاص یک جمعیت است. ژن‌های تعیین‌کننده‌ی جنسیت، نحوه ظهور گل‌ها را کنترل می‌نمایند؛ اگرچه هورمون‌های گیاهی و فاکتورهای محیطی (نظیر طول روز و دما) بیان ژن‌های تعیین جنسیت را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Behera et al., 2009). بیردار و نوالاگاتی (Biradar and Nawalagatti, 2008) گزارش نمودند که عملکرد در این گیاه همبستگی قابل توجهی با صفات مورفولوژیکی نظیر طول بوته، تعداد گل‌های ماده، تعداد برگ، سطح برگ و اجزای عملکرد (نظیر تعداد میوه در بوته و درصد نشست میوه) دارد؛ که با نتایج ما مطابقت دارد. در مطالعه حاضر از لحاظ صفات فیتوشیمیایی نیز رقم Vijay، فنل کل و قدرت آنتی‌اکسیدانی بالاتری داشت و رقم Jounpoury رنگیزه بیشتری را تجمع داد (جدول ۴) که در مقایسه با مطالعه عنبرسان و تامیلمانی (Anbarasan and Tamilmani, 2013) از مقادیر بیشتری برخوردار بود. میزان و نوع مواد موثره گیاهان دارویی با هدایت هر دو عامل ژنتیکی و محیطی مشخص می‌شود (Urbonaviciute et al., 2006). Barua و همکاران (Barua et al., 2020) با مقایسه دو رقم خیار تلخ رشدیافته در شرایط آب و هوایی بنگلادش دریافتند که رقم GOJNEE نسبت به رقم TIA حاوی مقادیر بالاتر آلکالوئید، فلاونوئید و ساپونین است. در مطالعه آنها اگر چه از نظر میزان فنل کل اختلاف آماری معناداری بین دو رقم وجود نداشت اما عصاره اتانولی رقم GOJNEE محتوای فنلی بالاتری داشت. آنها محتوای فنل کل این ارقام را در محدوده ۳۱/۲۵–۶۲/۶۰ میکروگرم گالیک اسید/ میلی‌گرم وزن خشک گزارش نمودند؛ که نسبت به نتایج آزمایش ما بیشتر بود. محققان گزارش نمودند که میزان فنل کل در ارقام مختلف سبز و سفید هندی و چینی خیار تلخ که با روش آون و فریزدرایر خشک شده به‌ترتیب ۵/۳۹–۸/۹۴ و ۴/۶۴–۸/۹۰ mg GAE/g است؛ که از میزان ترکیبات فنلی سنجش شده در آزمایش ما کمتر بود. میزان این ترکیبات فنولی در گوشت > لایه داخلی >بذر است (Horax et al., 2005). محکمی و همکاران (Mohkami et al., 2019) با مقایسه چهار گیاه دارویی متعلق به خانواده کدوئیان دریافتند که عصاره متانولی کارلا بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۰/۶۹± ۹۷/۰۹ ٪) را داراست.

1. Fruit set

اگرچه در مطالعه حاضر مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی بین دو رقم هندی و پاکستانی اختلاف آماری معناداری نداشت ولی در محدوده پایین‌تری نسبت به مطالعه محکمی و همکاران (Mohkami et al., 2019) قرار داشت. علت این امر را می‌توان به تفاوت در شرایط اقلیمی دو سال زراعی تحت آزمایش مخصوصا درجه حرارت و بارندگی منطقه نسبت داد. مطالعات اخیر نشان داد که ترکیبات پلی‌فنولی موجود در میوه‌ها و سبزیجات یکی از مهمترین گروه‌های ترکیبات زیستی هستند که فعالیت‌های بیولوژیکی ویژه‌ای را برعهده دارند که مسئول خصوصیات آنتی‌اکسیدانی آنهاست. این ترکیبات آسیب ناشی از رادیکال‌های آزاد و پراکسیداسیون لیپیدها را بهبود می‌بخشند (Bernardi et al., 2008; Akhila et al., 2009). بالاتر بودن محتوای فنلی در عصاره متانولی میوه رقم Vijay منجر به فعالیت آنتی‌اکسیدانی بهتر و مهار رادیکال‌های آزاد قوی‌تر در مقایسه با دو رقم دیگر گردید. هوراکس و همکاران (Horax et al., 2010) گالیک اسید، جنتیسیک اسید، کاتچین، کلروژنیک اسید و اپی‌کاتچین را به عنوان مهمترین ترکیبات فنولی خیار تلخ برشمردند. با توجه به غلظت ویتامین ث در ارقام مختلف خیار تلخ (جدول ۴) و مقایسه با سایر مطالعات باید اذعان نمود که این ترکیب، یکی از ترکیبات فراوان در این گیاه است (Hughes, 2008). محققان گزارش نمودند که میزان ویتامین ث تحت تأثیر فاکتورهای متعددی نظیر عناصر غذایی، ژنتیک و تهییج توسط محرک‌های زنده و غیرزنده قرار دارد (Wheeler et al., 1998; Raeisi et al., 2017).

در مطالعات متعدد بر اثرات کاهندگی قند خون (هیپوگلیسمیک) توسط دو ترکیب کارانتین و موموردیسین استخراج‌شده از خیار تلخ اشاره شده است. این دو ترکیب اثرات ضددیابتی قوی از خود نشان داده‌اند (Krawinkel and Keding, 2006; Li et al., 2015). گروهی از محققان میزان کارانتین موجود در میوه خیار تلخ رشدیافته در شرایط گلخانه‌ای و برخی از فرآورده‌های آن (نظیر چای کارلا) در کشور رومانی را سنجش نمودند. نتایج آن‌ها حاکی از آن بود که میزان ترکیب کارانتین در این نمونه‌ها ۰/۳۹-۰/۶۴ میلی‌گرم/گرم بود و مشابه مقادیر گزارش‌شده در مورد خیار تلخ رشدیافته در شرایط آب و هوایی هند (۰/۰۱ ± ۰/۵۸ میلی‌گرم/ گرم) است (Zold et al., 2019) که با نتایج ما در مورد این ترکیب مطابقت داشت (جدول ۴). در مطالعه دیگری که روی ارقام کوچک خیار تلخ در کشور مالزی انجام شده میزان گلیکوزیدهای استروئیدی در این رقم را ۰/۵۹-۱۰/۲۳ میلی‌گرم/۵۰ گرم ماده خشک گزارش نمودند (Tan et al., 2015) که نسبت به رقم کوچک مثلثی شکل در مطالعه ما (Hybrid Baby Doll) از مقدار کمتری برخوردار بود (جدول ۴). سرتیپ و همکاران (Sartip et al., 2017) اثر تیمارهای مختلف کودهای شیمیایی و زیستی را بر عملکرد و متابولیت‌های ثانویه خیار تلخ در شرایط آب و هوایی زابل بررسی نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد که میزان این دو ترکیب به شدت تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی قرار گرفت؛ به طوریکه بیشترین میزان کارانتین (۳/۴۲ میلی‌گرم/گرم وزن خشک) و موموردیسین (۰/۷۴ میلی‌گرم/گرم وزن خشک) به ترتیب در تیمارهای نانو کود بیوزر +۷۵ ٪ کودهای شیمیایی و کود زیستی نیتروکسین + ۲۵٪ کود شیمیایی تجمع یافت. به طور کلی می‌توان اذعان نمود که تجمع متابولیت‌های ثانویه در این گیاه تحت تأثیر فاکتورهای مختلفی نظیر ژنتیک، شرایط آب و هوایی و حاصلخیزی خاک قرار داد.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که رقم Vijay دارای بالاترین مقادیر فنل کل، فلاونوئید کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، مومورديسین و کارانتین بوده و رقم Hybrid Baby Doll دارای کمترین مقادیر در این سنجش‌هاست. این تفاوت‌ها حتی درون یک واریته مشابه نیز قابل مشاهده است و به فاکتورهای متعددی نظیر شرایط محیطی، مرحله بلوغ، موقعیت جغرافیایی و شرایط خاک بستگی دارد. به‌طور کلی اگر پارامترهای مورفولوژیکی معیار سنجش واقع شوند؛ علی‌رغم اینکه رقم Vijay در بیشتر پارامترها از قبیل طول و عرض برگ، وزن تر میوه، وزن خشک میوه و تعداد میوه در هر برداشت مقادیر بالاتری را دارا بود؛ لیکن رقم Jounpoury که دارای بازه گلدهی طولانی‌تری نسبت به سایر ارقام در شرایط آب و هوایی زنجان بود و توانست عملکرد میوه بالاتری در کل دوره برداشت (۳۵۸۱/۰۹ گرم/ بوته) تولید نماید؛ به‌عنوان رقم برتر از دیدگاه زراعی شناخته شد و رقم Vijay که توانایی بیشتری در تجمع متابولیت‌های ثانویه داشت از دیدگاه مهندسی متابولیت رقم برتر جهت استحصال مواد موثره دارویی معرفی گردید.

References

1. Ahmad, N., Hasan, N., Ahmad, Z., Zishan, M. and Zohrameena, S. 2016. *Momordica charantia*: for traditional uses and pharmacological actions. Journal of Drug Delivery and Therapeutics, 6(2): 40-44.
2. Akhila, S., Bindu, A., Bindu, K. and Aleykutty, N. 2009. Comparative evaluation of extracts of *Citrus limon* burm. Peel for antioxidant activity. Journal of Young Pharmacists, 1(2): 136-140.
3. Anbarasan, A. and Tamilmani, C. 2013. Effect of calcium pectate on the biochemical and pigment changes during the ripening of bitter gourd fruit (*Momordica charantia* L. Var-Co-1). Asian Journal of Plant Science and Research, 3(4): 51-58.
4. Atul Bhattaram, V., Graefe, U., Kohlert, C., Veit, M. and Derendorf, H. 2002. Pharmacokinetics and bioavailability of herbal medicinal products. Phytomedicine, 9: 1-33.
5. Barati, M., Khamari, I. and Solouki, M. 2014. Investigation of the effect of mycorrhizal fungi and livestock manure on yield and yield components of Bitter melon (*Momordica charantia* L.). (pp. 1-7). In: International Conference on Sustainable Development, Strategies and Challenges, Iran. 264 p. (In Persian)
6. Barros, L., Baptista, P. and Ferreira, I.C.F.R. 2007. Effect of fruiting body maturity stage on antioxidant activity measured by several biochemical assays *Lactarius piperatus*. Food and Chemical Toxicology, 45(9): 1731-1737.
7. Barua, R., Talukder, E., Sayedul Islam, M., Yesmin, F., Chakma, K., Kabir, G. and Bhuiyan, R.H. 2020. Nutritional analysis and phytochemical evaluation of Bitter Gourd (*Momordica Charantia*) from Bangladesh. Asian Journal of Agriculture and Food Sciences, 8(2): 11-17.
8. Behera, T.K., Dey, S.S., Munshi, A.D., Ambika, B., Gaikwad, B., Pal, A. and Singh, I. 2009. Sex inheritance and development of gynoecious hybrids in Bitter Gourd (*Momordica charantia* L.). Scientia Horticulturae, 120: 130-133.
9. Bernardi, A.P.M., López-Alarcón, C., Aspée, A., Rech, S.B., Von Poser, G.L., Bridi, R., Dutrafiho, C.S. and Lissi, E. 2008. Antioxidant activity in southern Brazil *Hypericum* species. Journal of the Chilean Chemical Society, 53(4): 1658-1662.
10. Biradar, G. and Nawalagatti, C.M. 2008. Effect of plant growth regulators on physiology and quality in biter ground (*Momordica charantia* L.). Dharwad, UAS. Thesis.73 p.
11. Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M. and Chern, J.C. 2002. Estimation of total

flavonoid content in Propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of food and drug analysis, 10(3): 178-182.

12. Delfan, E., Khodayari, H. and Azizi, Kh. 2019. Ethnobotany of endemic medicinal plants in Zaghe and Beyranshahr districs, Lorestan province, Iran. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants, 7(4): 64-82.
13. Firouzkoohi, F., Esmaeilzadeh Bahabadi, S., Mohkami, Z. and Yosefzaei, F. 2018. The effect of different solvents on total phenolic, flavonoid contents and antioxidant activity of different organs of *Momordica charantia* L. cultured in Sistan region. Ecophytochemistry of Medicinal Plants, 20 (4): 74-85. (In Persian)
14. Horax, R., Hettiarachchy, N. and Chen, P. 2010. Extraction, quantification, and antioxidant activities of phenolics from pericarp and seeds of bitter melons (*Momordica charantia*) harvested at three maturity stages (immature, mature, and ripe). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58: 4428- 4433.
15. Hughes, A.R. 2008. Ecological consequences of genetic diversity (Ecology letters), 11(6): 609-623.
16. Katsarou, A., Gudbjörnsdottir, S., Rawshani, A., Dabelea, D., Bonifacio, E.J., Anderson, B.M., Jacobsen, L.A., Schatz, D. and Lernmar, A. 2017. Type 1 diabetes mellitus. Nature reviews disease primers, 16: 1-17.
17. Kenny, O., Smyth, T.J., Hewage, C.M. and Brunton, N.P. 2013. Antioxidant properties and quantitative UPLC-MS analysis of phenolic compounds from extracts of fenugreek (*Trigonella foenumgraecum*) seeds and bitter melon (*Momordica charantia*) fruit. Food Chem, 141: 4295-4302.
18. Khaleghnezhad, V., Yousefi, A.R., Tavakoli, A. and Farajmand, B. 2019. Interactive effects of abscisic acid and temperature on rosmarinic acid, total phenolic compounds, anthocyanin, carotenoid and flavonoid content of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). Scientia Horticulturae, 250: 302-309.
19. Krawinkel M.B., Keding, G.B. 2006. Bitter gourd (*Momordica charantia*): a dietary approach to hyperglycemia. Nutrition Reviews, 64: 331-337.
20. Li, W., Zhaozhou, L., Yang C., Wang, Y. and Qiao. Y. 2015. Study on the chemical constituents of *Momordica charantia* L. leaves and method for their quantitative determination. Biomedical Research, 26 (3): 415-419.
21. Li, Z., Xia, A., Li, S., Yang, G., Jin, W., Zhang, M. and Wang, S. 2020. The pharmacological properties and therapeutic use of Bitter Melon (*Momordica charantia* L.). Current Pharmacology Reports, 6: 103-109.
22. Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophyll and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembrane. Methods in Enzymology, 148: 350-381.
23. Liu, D., Wong, P.T.S. and Dutka, B.J. 1973. Determination of carbohydrate in lake sediment by a modified phenol-sulfuric acid method. Water Research, 7(5): 741-746.
24. Lopes, A.P., Petenuci, M.E., Galuch, M.B., Schneider, V.V.A., Canesin, E.A. and Visentainer, J.V. 2018. Evaluation of effect of different solvent mixtures on the phenolic compound extraction and antioxidant capacity of bitter melon (*Momordica charantia*). Chemical Papers, 72: 2945-2953.
25. Lopes, A.P., Galuch, M.B., Petenuci, M.E., Oliveria, J.H., Canesin, E.A., Schneider, V.V.A. and Visentainer, J. V. 2020. Quantification of phenolic compounds in ripe and unripe bitter melons (*Momordica charantia*) and evaluation of the distribution of phenolic compounds in different parts of the fruit by UPLC–MS/MS. Chemical papers, 74: 2613-2625.
26. Mekuria, D.B., Kashiwagi, T., Tebayashi, Sh. and Kim, Ch. 2006. Cucurbitane glucosides from *Momordica charantia* Leaves as oviposition deterrents to the leaf miner, *Liriomyza trifolii*. Naturforschung, 61c: 81-86.
27. Mohkami, Z., Kheiry, A, Tavakolizadeh Esfahani, M., Sani Khani, M., Bahari, A. 2019. Total phenolic content, total flavonoid content and antioxidant activity

evaluation of methanolic extracts of *Momordica charantia* L., *Cucurbita pepo* L. cultivar pumpkin, *Ecballium elaterium* (L.) A. Rich, *Lagenaria siceraria* L. cultivar Marankka. Ecophytochemical Journal of Medicinal Plants, 6(4): 26-39.

28. Perumal, V., Murugesu, S., Lajis, N.H., Khatib, A., Saari, K., Abdul-Hamid, A., Khoo, W.C., Mushtaq, M.Y., Abas, F., Ismail, I.S. and Ismail, A. 2015. Evaluation of antidiabetic properties of *Momordica charantia* in streptozotocin induced diabetic rats using metabolomics approach. International Food Research Journal, 22(3): 1298-1306.
29. Rabiei, V. and Joz Ghasemi, S. 2013. Horticulture and crop science laboratory practical methods. 1th edition, Jihad Daneshgahi Publications of West Azerbaijan Branch, Iran, 264 p.
30. Raeisi, J., Pakkish, Z. and Saffari, V.R. 2017. Efficiency of folic acid in improving yield and fruit quality of strawberry. Journal of Plant Physiology and Breeding, 7(1): 15-25.
31. Sarani, M., Fanaei, H.R. and Kuhkan, S.H. 2010. Evaluation of compatibility and performance of *Momordica charantia* cultivars in Sistan region. (pp: 1-3). In: National Conference on Medicinal Plants. Iran, Mazandaran, Sari. 886 P. (In Persian)
32. Sartip, H., Khammari, I. and Dahmardeh, M. 2017. Effects of biofertilitzers and chemical fertilizers on photosynthetic pigments, secondary metabolites and fruit yield of Karela (*Momordica charantia* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 33 (4): 608-619. (In Persian)
33. Shahidi, F. and Ambigaipalan, P. 2015. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: antioxidant activity and health effects-a review phenolics and polyphenolics in foods, beveragesand spices: antioxidant activity and health effects. Journal of Functional Foods, 18: 820-897.
34. Shaw, J.E., R.A. Sicree, and Zimmet, P.Z. 2010. Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. Diabetes research and clinical practice, 87(1): 4-14.
35. Shobha, C.R., Vishwanath, P., Suma, M.N., Prashant, A., Rangaswamy, C. and Gowdappa, B.H. 2015. In vitro anticancer activity of ethanolic extract of *Momordica charantia* on cervical and breast cancer cell lines. International Journal of Health & Allied Science, 4: 210-217.
36. Shukia, R., Sharma, S.B., Puri, D., Prabhu, K.M. and Murthy, P.S. 2000. Medicinal plants for treatment of diabetes mellitus. Indian Journal of Clinical Biochemistry, 15(S1): 169-177.
37. Silva, G.M.S.W., Premathilaka, U.L.R.R.W., Maduwanthi, S.D.T. and Uthpala, T.G.G. 2016. Development of fermented *Momordica charantia* and analysis of biochemical properties. International Journal of Scientific & Engineering Research, 7(3): 362-366.
38. Soomro, A.K. and Ansari, K.A. 2005. Medicinal use of bitter gourd (*Momordica charantia* L.) in District Sukkur, Sindh, Pakistan. Hamdard Med, 48: 9-14.
39. Stefler, D., Pikhart, H., Kubinova, R., Um, P., Stepaniak, L., Malyutina, S., Simonova, G., Um, P., Marmota, M.G. and Bobak, H. 2016. Fruit and vegetable consumption and mortality in Eastern Europe: longitudinal results from the health, alcohol and psychosocial factors in Eastern Europe study. European Journal of Preventive Cardiology, 23: 493-501.
40. Sung Goo, K., Ashari S., Basuki, N. and Noor Sugiharto, A. 2016. The Bitter Gourd *Momordica charantia* L.: Morphological Aspects, Charantin and Vitamin C Contents. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science, 9(10): 76-81.
41. Tan, E. Sh., Abdullah, A. and Kassim, N.K. 2015. Extraction of steroidal glycoside from small-typed bitter gourd (*Momordica charantia* L.). Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 7(3): 870-878.
42. Upadhyay, A., Agrahari, P. and Singh, D.K. 2015. A review on salient pharmacological features of *Momordica charantia*. International Journal of Pharmacology, 11: 405-413.

43. Urbonaviciute, A., Jakstas, V., Kornysova, O., Janulis, V. and Maruska, A. 2006. Capillary electrophoretic analysis of flavonoids in single-styled hawthorn (*Crataegus monogyna* Jacq.) ethanolic extracts. Journal of Chromatography, 1112: 339-344.
44. Wanger, G.J. 1979. Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids and anthocyaninis in protoplasts. Plant Physiology, 64: 88-93.
45. Wojtunik-Kulesza, K.A., Oniszczuk, A., Oniszczuk, T. and Waksmundzka-Hajnos, M. 2016. The influence of common free radicals and antioxidants on development of Alzheimer's disease. Biomed Pharmacotherapy, 78: 39-49.
46. Wu, S.J. and Ng, L.T. 2008. Antioxidant and radical scavenging activities of wild bitter melon (*Momordica charantia* Linn. var. abbreviata Ser.) in Taiwan. LWT-Food Science and Technology, 41: 323-330.
47. Zarezadeh, A., Mirvakili, S.M. and Arabzadeh, M.R. 2007. Survey on phenology and aeclimitization of medicinal plants species in Yazd province collection. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 23(2): 204-217.
48. Zhang, S., Li, H., Liang, X., Yan, Y., Xia, P., Jia, Y. and Liang, Z. 2015. Enhanced production of phenolic acids in *Salvia miltiorrhiza* hairy root cultures by combing the RNAi-mediated silencing of chalcone synthase gene with salicylic acid treatment. Biochemical Engineering Journal, 103: 185-192.
49. Zöld, E.L., Horváth, A., Bacsadi, B. and Csupor, D. 2019. Development and validation of a HPLC-UV method for the quantification of charantin in *Momordica charantia* products. Trends in Natural Product Research – PSE Young Scientists' Meeting. Budapest, June 19th-21st, 37.

Evaluation of Morphological and Pytochemical Traits of Different Cultivars of *Momordica charantia* L. for Adaptation to Climatic Conditions of Zanjan Province

Mohkami, Z[1]., Kheiry, A[2*]., Sani Khani, M[2]., Bahari, A.[3]

[1]PhD student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Iran.
[2]Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Iran.
[3]Assistant Professor., Institute of Biotechnology, University of Zanjan, Iran.

Received: 29-12-2019 Accepted: 31-8-2020

Abstract

Momordica charantia L. belongs to the Cucurbitaceae family and is native to the east-south of Asia. The fruits of this plant are used to treat diseases such as diabetes, high blood pressure, obesity, cancer, and AIDS. Momordicin and charantin, two triterpenoid compounds existing in this plant, have strong anti-diabetic properties. Considering the positive effects of this plant in the treatment of diabetes, and in order to evaluate the adaptability of different cultivars of this plant, this research was conducted in a randomized complete block design in 2018 at the agricultural farm of university of Zanjan. During the growing season, some morphological and phytochemical traits such as pigments, total phenol content (fullene-cicalto), total flavonoid (aluminum chloride colorimetry) and antioxidant activity (DPPH), methanolic fruit extract, carbohydrate (phenol method) Sulfuric acid, vitamin C (iodometric) and momordicin and quarantine (HPLC) were evaluated. Analysis of variance showed that Vijay cultivar had higher phenolic content (28.5 mg gallic acid / g dry weight) and antioxidant capacity (69.42%) in compare to other cultivars. Also, the highest and lowest amount of secondary metabolites of momordicin and quarantine were observed in Vijay cultivar (0.182 and 0.603 mg / g dry weight, respectively) and Hybrid Baby Doll cultivar (0/038 and 0/183 30 mg/g DW, respectively), respectively. On the other hand, the highest amount of vitamin C (2676 µg / 100 ml of fruit juice), total acidity (0.022%) and total soluble solids (Brix index 53.5) were found in Jounpouri cultivar. Therefore, Vijay cultivar, which had more ability to secondary metabolites accumulation, was the best identified cultivar for the active medicinal substances extraction.

Keywords: Antioxidant activity, Charantin, *Momordica charantia* L., Momordicin, Total phenol

[*]Corresponding author; kheiry@znu.ac.ir