

# ارزیابی تنوع ژنتیکی برخی توده‌های هندوانه بومی ایران (*Citrullus vulgaris*)

## در شرایط آب و هوایی ارومیه

احمد حاجی علی<sup>۱</sup>، رضا درویش زاده<sup>۲\*</sup>، بهمن زاهدی<sup>۳</sup> و جهانگیر عباس کوهپایگانی<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد تولیدات گیاهی، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

۲- نویسنده مسئول: استاد، گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه (r.darvishzadeh@urmia.ac.ir)

۳- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

۴- استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۷/۲۳

### چکیده

به منظور مطالعه تنوع ژنتیکی هندوانه بومی ایران از نظر صفات مورفولوژیک، ۱۶ توده به همراه دو رقم هندوانه اصلاح شده (کریمسون سویت و چارلستون گری) در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی ارومیه در سال ۱۳۹۲ مورد ارزیابی قرار گرفتند. تعداد ۱۵ صفت شامل طول و عرض برگ، طول ساقه‌ی اصلی گیاه، تعداد میوه در بوته، طول میوه، عرض میوه، وزن کل میوه، وزن گوشت میوه، وزن پوست میوه، وزن صد بذر، طول بذر، عرض بذر، pH، درصد مواد جامد محلول و عملکرد مورد ارزیابی قرار گرفت. تجزیه واریانس نشان داد بین توده‌ها از لحاظ کل صفات مورد بررسی به جزء صفات pH، طول ساقه‌ی اصلی گیاه و تعداد میوه در بوته اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد. متوسط عملکرد از ۲۴۹۲۶ کیلوگرم در هکتار برای ژنوتیپ چارلستون گری تا ۱۳۴۴۴ کیلوگرم در هکتار برای توده ۸۱۷ همدان متغیر بود. میزان درصد مواد جامد محلول در بین توده‌ها از ۹/۲۷ درصد برای ژنوتیپ کریمسون سویت تا ۵/۱ درصد برای توده‌ی ۸۰۶ خراسان، pH میوه از ۵/۶۳ در توده‌ی ۸۱۷ همدان تا ۴/۷۸ در ژنوتیپ چارلستون گری متغیر بود. بیشترین همبستگی مثبت (۰/۹۶۸) بین دو صفت وزن گوشت و وزن میوه و بیشترین همبستگی منفی (۰/۸۱۵-) بین صفات قند میوه و طول بذر مشاهده شد. بیشترین توارث پذیری (۰/۹۶) مربوط به وزن صد بذر و کمترین توارث پذیری (۰/۰۳) مربوط به pH بود. در تجزیه‌ی خوشه‌ای به روش وارد، توده‌های مورد بررسی در سه گروه متفاوت قرار گرفتند. بیشترین فاصله بین توده‌های گروه اول و سوم مشاهده شد.

**کلید واژه‌ها:** تنوع ژنتیکی، صفات مورفولوژیک، وراثت پذیری عمومی، همبستگی، هندوانه.

### مقدمه

تنوع ژنتیکی مقدار تغییرپذیری در میان واریته‌ها و یا گونه‌های یک جمعیت است. تغییرات آشکار در توالی‌های DNA، در خصوصیات بیوشیمیایی (در ساختار پروتئین یا خصوصیات ایزوآنزیم‌ها)، در خصوصیات فیزیولوژیکی (مقاومت به تنش‌ها یا سرعت رشد) یا در خصوصیات مورفولوژیکی مانند رنگ گل یا

شکل گیاهی می‌توانند بیانگر پراکنش ژنتیکی باشند (Brown, 1983). تنوع ژنتیکی رکن اصلی بیشتر برنامه‌های به‌نژادی گیاهی بوده و اطلاع از سطح تنوع موجود در ژرم پلاسماها و خزانه‌های ژنی برای تشخیص تکرارها در بانک‌های ژنی، غنی‌سازی ذخایر ژنی از طریق اینتروگرسیون ژن‌های مطلوب و شناسایی ژن‌های مناسب ضروری به نظر می‌رسد. تنوع ژنتیکی

جنوب روسیه کشت می‌شد و در قرن ۱۶ میلادی توسط مهاجران به دنیای جدید منتقل گردید و به سرعت مورد توجه بومیان آمریکا قرار گرفت (Robinson and Decker-Walters, 1997). ساقه‌ی هندوانه خزننده، نازک و طویل با مقطع پنج ضلعی مدور و کرکدار نازک است. از ساقه‌ی اصلی ساقه‌ی فرعی درجه یک منشعب می‌شود. برگ‌های هندوانه قلبی شکل با بریدگی‌های عمیق و به رنگ سبز خاکستری می‌باشد. ریشه هندوانه رشد عمیقی دارد و در بعضی از خاک‌ها شاید تا عمق یک متری هم برسد. هندوانه مانند تمام کدوئیان جزء گیاهان یک پایه بوده و گل‌های نر و ماده آن به طور جداگانه روی یک بوته قرار دارند. گل‌ها در محور برگ‌ها به صورت انفرادی قرار می‌گیرند (Peyvast, 2009). زمان گلدهی در سبزیجات تیره کدوئیان در وهله‌ی اول توسط دما و تأثیر آن بر میزان رشد گیاه تعیین می‌شود. هم‌چنین دما عامل اصلی تعیین‌کننده‌ی زمان شکوفائی گل و مدت زمان باز بودن تک تک گل‌ها نیز است (Shekari et al., 2006).

در سطح جهان از نظر تولید چین در مقام اول و پس از آن ترکیه، ایران، برزیل و مصر در مقام‌های بعدی قرار دارند (FAO, 2012). بر اساس گزارش دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی حدود ۳۲۶ هزار هکتار برابر با ۲/۷ درصد از اراضی محصولات زراعی کشور در سال ۹۰-۱۳۸۹ به کشت انواع محصولات جالیزی اختصاص داشته است (Anonymous, 2013). بر این اساس هندوانه با ۴۴ درصد، خربزه با ۲۴/۸ درصد و خیار با ۱۹/۵ درصد از سطح کشت را به خود اختصاص داده‌اند. بیش از نیمی (۵۹/۸) از سطح این محصولات در پنج استان، خراسان رضوی با ۱۷/۷ درصد، کرمان با ۱۳/۷ درصد، فارس با ۱۱/۵ درصد، خوزستان با ۹/۱ درصد و سیستان و بلوچستان با ۷/۹ درصد تولید شده است. کمترین سطح این گروه از محصولات متعلق به استان اردبیل با ۰/۰۲ درصد بوده است. در آزمایشی که به منظور بررسی تنوع مورفولوژیکی هندوانه‌های بومی جمع‌آوری شده از

از نیازهای اساسی پیشرفت در اصلاح نباتات است. مسلماً وجود ژرپلاسم با تنوع ژنتیکی غنی لازمه یک برنامه اصلاحی گیاهی است (Badenez et al., 1998). با توجه به رابطه مثبت بین میزان تنوع ژنتیکی و مقدار وقوع تغییرات تکاملی با افزایش تنوع ژنتیکی دست‌یابی به صفت مورد علاقه آسان‌تر می‌شود (Abd Mishani and Shad Nejata Bushehri, 1997).

تغییرات ژنتیکی در جمعیت‌های گیاهی می‌تواند به وسیله مکانیسم‌های مختلف از قبیل جهش، نوترکیبی ژنتیکی، مهاجرت، جریان ژنی، رانده‌شدگی ژنتیکی و گزینش به وجود آید (Farsi and Bagheri, 2004). معمولاً تنوع ژنتیکی گیاهان در زمان و مکان تغییر می‌کند. توسعه‌ی تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی بستگی به تکامل و سیستم اصلاحی گونه، فاکتورهای اکولوژیکی، جغرافیایی و برخی از فاکتورهای انسانی دارد (Nevo et al., 1991). ارزیابی تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی افراد می‌تواند بر پایه روش‌های مختلف از جمله نشانگرهای مورفولوژیکی صورت گیرد (Farahani and Arzani, 2007). معمولاً در برنامه‌های اصلاحی کلاسیک شناسایی ارقام بر پایه‌ی خصوصیات مورفولوژیکی برگ، گل و میوه انجام می‌شود. اگرچه، بیشتر ارقام بر پایه‌ی این صفات قابل شناسایی نیستند به ویژه اگر آن‌ها ارتباط نزدیکی با هم داشته باشند (Kalloo, 1988).

هندوانه متعلق به تیره *Cucurbitaceae* و جنس *Citrullus* با نام علمی *Citrullus lanatus* Thunb می‌باشد. هندوانه را بعضی‌ها بومی هندوستان و بعضی دیگر بومی کشورهای آفریقائی می‌دانند (Peyvast, 2009). بیشترین تنوع آن در غرب آفریقا، چین و مناطقی از هند دیده می‌شود. خاورمیانه و کشورهای نزدیک دریای مدیترانه نیز نواحی مناسبی برای پیدا کردن خویشاوندان و اجداد هندوانه می‌باشند (Wehner, 2000). برخی از محققان شمال شرق برزیل را به‌عنوان یک مرکز تنوع ژنتیک هندوانه ذکر کرده‌اند (Romao and Roberto, 2000). در قرن دهم پس از میلاد این گیاه در چین و

۳۷ درجه و ۴۴ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۵۲ متر از سطح دریا مورد ارزیابی قرار گرفتند (جدول ۱). فاصله پشته‌ها از یکدیگر ۲ متر و فاصله هر بوته از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. دوره آبیاری بر حسب بافت خاک، فصل رویش و وجود بادهای محلی و موسمی متغیر، بین ۷ تا ۸ روز بود. مراقبت‌های زراعی در طول دوره رشد گیاهان از قبیل تنک کردن بوته‌های اضافی، هدایت بوته‌ها روی پشته، وچین دستی علف‌های هرز و کوددهی به دقت انجام گرفت تا گیاهان برای بررسی صفات مورفولوژیکی از رشد مطلوبی برخوردار باشند. در زمان رسیدن میوه از هر کرت ۴ میوه به صورت تصادفی انتخاب و بر اساس دستورالعمل موسسه بین‌المللی ذخایر توارثی صفات شامل درصد مواد جامد محلول توسط دستگاه رفراکتومتر، pH توسط دستگاه pH متر، وزن کل میوه و وزن بذر توسط ترازوی دیجیتال، طول میوه، عرض میوه توسط متر پارچه‌ای، طول و عرض بذر توسط کولیس دیجیتال اندازه‌گیری و ثبت گردید. اندازه‌گیری طول و عرض برگ توسط متر پارچه‌ای و از برگ موجود در گره هفتم ساقه‌ی اصلی انجام گرفت. طول ساقه اصلی توسط متر پارچه‌ای در پایان فصل رشد اندازه‌گیری شد. اجزای واریانس، وراثت‌پذیری عمومی، ضرایب تنوع فنوتیپی، ژنوتیپی و محیطی با استفاده از فرمول‌های جدول (۲) محاسبه شدند. مقدار نسبی این ضرایب نشانگر مقدار تنوع موجود در جمعیت مورد بررسی می‌باشد (Farshadfar, 1998).

### تجزیه داده‌ها

شناسایی داده‌های پرت در نرم‌افزار Minitab 17 و آزمون نرمال بودن توزیع اشتباهات آزمایشی و محاسبه آماره‌های توصیفی در نرم‌افزار SAS 9.2 انجام گرفت. تجزیه واریانس برای تمام صفات با توجه به نتایج آزمون نرمال با استفاده از روش مدل خطی عمومی (GLM) در نرم‌افزار SAS انجام گرفت. همبستگی بین صفات توسط نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۲ محاسبه شد. تجزیه خوشه‌ای، پس از استاندارد کردن داده‌ها با روش وارد در نرم‌افزار Minitab 17 انجام گرفت.

مجارستان و ترکیه توسط Szamosi و همکاران (۲۰۰۹) صورت گرفت، مشخص شد که از میان ۱۵ صفت کمی (طول هیپوکوتیل، طول و عرض کوتیلدون، طول ساقه‌ی اصلی، تعداد گره، طول و عرض برگ، طول دم‌برگ، طول و عرض تخمدان، وزن میوه، طول و عرض میوه، ضخامت پوست میوه و مواد جامد محلول اندازه‌گیری شده)، تنها صفات طول هیپوکوتیل، تعداد گره و عرض میوه دارای تنوع بالا در میان توده‌های مورد بررسی می‌باشند. Naroueirad و همکاران (۲۰۱۰) به منظور حفاظت از ذخایر ژنتیکی و شناسایی نقاط قوت و ضعف توده‌های محلی سیستان و مقایسه آن با ارقام اصلاح شده، ۵۳ توده‌ی محلی را به همراه سه رقم فرفاکس، شوگر بی‌بی و چارلستون‌گری مورد بررسی قرار دادند که نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد ارقام و توده‌ها از نظر صفات طول میوه، عرض میوه، درصد قند و عملکرد اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد دارند. گونه‌های مختلف هندوانه در مراحل اولیه‌ی رشد بسیار شبیه به هم بوده ولی تنوع گسترده‌ای برای شکل میوه و دیگر صفات از خود نشان می‌دهند که برای برنامه‌های به‌نژادی به جهت تولید یک وارثه جدید، از لحاظ عملکرد و تحمل به تنش‌های زنده و غیرزنده ضروری به نظر می‌رسد. هدف از این تحقیق شناخت مورفولوژیک و فیزیولوژیک توده‌های هندوانه برای شناسایی پتانسیل‌های ژنتیکی موجود در آن‌ها جهت گروه‌بندی و استفاده اصلاح‌گران در دستیابی به ارقام دارای خصوصیات ویژه می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی برخی از هندوانه‌های بومی ایران با استفاده از صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک، ۱۶ توده از موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج و ۲ رقم هندوانه اصلاح شده به نام‌های کریمسون‌سویت و چارلستون‌گری تهیه و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در خرداد ماه سال ۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلوی ارومیه واقع در ۳ کیلومتری شهرستان نوشین شهر استان آذربایجان غربی با طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی

جدول ۱- نام و کد رقم‌ها و توده‌های هندوانه مورد مطالعه

Table 1. Name and code of studied watermelon accessions

محل جمع آوری	کد توده	شماره	محل جمع آوری	کد توده	شماره
Collection site	Populations code	Number	Collection site	Populations code	Number
زنجان	TN-93-774	10	خارجی	چارلستون گری	1
خراسان	TN-93-805	11	خارجی	کریمسون سویت	2
بوشهر	TN-93-756	12	آذربایجان شرقی	TN-93-800	3
کرمانشاه	TN-93-804	13	سمنان	TN-93-791	4
همدان	TN-93-817	14	آذربایجان شرقی	TN-93-653	5
کرمان	TN-93-678	15	گیلان	TN-93-816	6
اصفهان	TN-93-809	16	آذربایجان شرقی	TN-93-814	7
هرمزگان	TN-93-758	17	کرمان	TN-93-779	8
خراسان	TN-93-806	18	اصفهان	TN-93-808	9

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بین توده‌ها و ارقام هندوانه مورد بررسی، از لحاظ صفات طول برگ، عرض برگ، طول میوه، عرض میوه، وزن میوه، وزن پوست، وزن گوشت، طول بذر، عرض بذر، وزن صد بذر، درصد مواد جامد محلول و عملکرد اختلاف آماری معنی‌دار وجود دارد، در حالی که بین صفات میانگین تعداد میوه در بوته، pH و طول ساقه‌ی اصلی گیاه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۳). در پژوهش انجام شده توسط Szamosi و همکاران (۲۰۰۹) به منظور بررسی خصوصیات مورفولوژی هندوانه بومی مجارستان و ترکیه مشاهده شد که بین توده‌های مورد بررسی برای صفت عرض میوه اختلاف معنی‌داری وجود دارد که با نتایج به دست آمده از این پژوهش مطابقت دارد. در مقابل بین صفات طول میوه و وزن میوه در بین ۵۰ توده مورد بررسی هیچ گونه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد که در تطابق با نتایج به دست آمده از این پژوهش نیست. در پژوهشی که توسط Magss-Kolling و همکاران (۲۰۰۳) بر روی توده‌های بومی نامیبیا به منظور مقایسه ارقام بومی و تجاری صورت گرفت، مشخص شد که برای صفات وزن میوه و عملکرد اختلاف معنی‌داری بین

توده‌های مورد بررسی وجود دارد که نشان‌دهنده‌ی تفاوت بین توده‌ها و ژنوتیپ‌های هندوانه از نظر صفات مورد بررسی بود و از این نظر با نتایج به دست آمده در این تحقیق مطابقت داشت. در پژوهشی که توسط Naroueirad و همکاران (۲۰۱۰) صورت گرفت بین رقم‌ها و توده‌ها از نظر صفات طول میوه، عرض میوه، درصد قند و عملکرد اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده شد. مطالعه‌ای که توسط Kiani and Jahanbin (۲۰۰۶) بر روی هندوانه بومی ایران انجام گرفت، اختلاف معنی‌داری بین صفات عملکرد، درصد قند، مدت زمان گلدهی تا رسیدن، طول میوه، عرض میوه، نسبت وزن گوشت به وزن میوه، نسبت وزن پوست به وزن میوه، نسبت وزن بذر به وزن میوه، وزن صد بذر، طول بذر، قطر بذر و عرض بذر مشاهده شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که صفات طول و عرض برگ، طول میوه، عرض میوه، وزن میوه، وزن گوشت، وزن پوست، طول بذر، عرض بذر، وزن صد بذر و درصد قند نقش تعیین‌کننده‌ای در ایجاد تنوع بین توده‌ها دارند و با بررسی این صفات می‌توان به وجود تنوع موجود در بین توده‌های بومی و غیربومی پی‌برده و جهت اصلاح ارقام بومی و افزایش کارایی آن‌ها اقدام نمود.

جدول ۲- فرمول‌های محاسبه اجزای واریانس، وراثت پذیری عمومی، ضرایب تنوع فنوتیپی، ژنوتیپی و محیطی

Table 2. Formulas for calculating variance components, general heritability and coefficient of phenotypic, genotypic and environmental variations

فرمول Formula	شاخص Index	فرمول Formula	شاخص Index
$CV_P = \frac{\sqrt{V_P}}{\bar{X}} \times 100$	ضریب تغییرات فنوتیپی Coefficient of phenotypic variation	$V_E = MSE$	واریانس محیطی Environmental variance
$CV_G = \frac{\sqrt{V_G}}{\bar{X}} \times 100$	ضریب تغییرات ژنتیکی Coefficient genotypic variation	$V_P = V_G + V_E$	واریانس فنوتیپی Phenotypic variance
$CV_E = \frac{\sqrt{V_E}}{\bar{X}} \times 100$	ضریب تغییرات محیطی Coefficient of environmental variation	$h_b = \frac{V_G}{V_P}$	وراثت پذیری عمومی Broad sense heritability
$GA = K \times h_b \times \sqrt{V_P}$	سود ژنتیکی Genetic gain	$V_G = \frac{MSG - MSE}{r}$	واریانس ژنوتیپی Genotype variance

در روابط بالا، MSG واریانس یا میانگین مربعات تیمار، MSE واریانس اشتباه، r تعداد تکرار،  $V_P$ ،  $V_G$  و  $V_E$  به ترتیب واریانس فنوتیپی، ژنوتیپی و محیطی و  $\bar{X}$  میانگین کل برای هر صفت می‌باشد.

MSG= treatments mean square, MSE= residual mean square, r=number of replication, VP= phenotypic variance, VG= genotypic variance, VE= environmental variance,  $\bar{X}$  = mean for each trait.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مختلف توده‌های هندوانه

Table 3. Analysis of variance (mean square) for different traits of watermelon accessions

عملکرد Yield	مواد جامد محلول TSS	اسیدیته pH	وزن صد بذر 100 Seed weight	عرض بذر Seed width	طول بذر Seed length	وزن پوست Fruit skin weight	تعداد میوه Fruit number	وزن گوشت Pulp weight	وزن میوه Fruit weight	عرض میوه Fruit width	طول میوه Fruit length	طول ساقه اصلی گیاه Stem length	عرض برگ Leaf width	طول برگ Leaf length	درجه آزادی df	منابع تغییرات Source of variation
23834070**	3.73**	0.122 <sup>ns</sup>	61.53**	2.83**	15.97**	0.58*	1.96 <sup>ns</sup>	1.72**	4.05*	42.59*	42.12**	0.15 <sup>ns</sup>	4.29**	6.14*	17	تیمار Treatment
6166595	0.644	0.113	0.794	0.64	1.64	0.27	1.18	0.55	1.096	20.26	13.14	0.11	0.94	2.47	34	خطای آزمایش Experimental error
14.45	11.68	6.34	5.65	9.98	9.49	22.01	21.04	31.12	22.04	17.67	12.68	11.53		11.99		ضریب تغییرات Coefficient of variation

ns, \* and \*\*: non-significant, significant in 0.05 and 0.01 level, respectively.

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

### مقایسه میانگین صفات

بررسی مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که بیشترین طول برگ (۱۵/۲۳ سانتی‌متر) و عرض برگ (۱۶/۰۳ سانتی‌متر) مربوط به توده‌ی ۸۱۷ همدان و کمترین طول برگ و عرض برگ به ترتیب مربوط به توده‌ی ۸۰۴ کرمانشاه و ژنوتیپ کریمسون سویت می‌باشد. بیشترین طول گیاه مربوط به توده‌ی ۸۰۹ اصفهان و کمترین طول گیاه مربوط به توده‌ی ۸۱۶ گیلان بود. در رقم چارلستون گری به ترتیب بیشترین طول میوه (۳۸/۶۶ سانتی‌متر)، وزن میوه (۸/۳۰ کیلوگرم) و وزن گوشت (۴/۳۰ کیلوگرم) در رقم چارلستون گری و بیشترین عرض میوه در توده‌ی ۷۷۹ کرمان (۳۲/۹۶ سانتی‌متر) دیده شد. بیشترین طول بذر، عرض بذر مربوط به توده‌ی ۷۹۱ سمنان بود. بیشترین قند در رقم کریمسون سویت (۹/۲۷ درصد) و بیشترین میزان عملکرد در ژنوتیپ چارلستون گری (۲۴۹۲۶ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. در پژوهشی که توسط Magss-Kolling (۲۰۰۳)، بر روی هندوانه بومی نامیبیا انجام گرفت، بیشترین میزان عملکرد و وزن میوه در یک توده‌ی بومی مشاهده شد، که با نتایج به‌دست آمده از این پژوهش مطابقت ندارد. در پژوهشی که توسط Kiani and Jahanbin (۲۰۰۶) انجام گرفت، بیشترین میزان طول میوه مربوط به توده ایلام با طول ۳۷ سانتی‌متر و کمترین طول میوه مربوط به توده‌ی اردستان با طول ۹ سانتی‌متر بود. در بررسی ایشان بیشترین عرض میوه در توده آذربایجان شرقی با اندازه‌ی ۲۱ سانتی‌متر و کمترین عرض میوه در توده‌ی اردستان به اندازه‌ی ۷/۵ سانتی‌متر مشاهده شد و توده یزد (۱/۸۶۶ سانتی‌متر) بیشترین ضخامت پوست را در بین توده‌های مورد بررسی داشت.

### توارث‌پذیری

در مورد صفات طول برگ، عرض برگ، طول گیاه، طول میوه، عرض میوه، وزن میوه، وزن گوشت، وزن پوست، طول بذر، عرض بذر، وزن صد بذر، pH، مواد جامد محلول و عملکرد ضریب تنوع فنوتیپی از ضریب تنوع ژنتیکی بیشتر بود که نشان‌دهنده تأثیر عوامل محیطی بر صفات مورد بررسی بود. نسبت تنوع ژنوتیپی به محیطی در همه صفات به جز صفت وزن صد بذر پایین بود. از ضرایب

تنوع ژنتیکی، محیطی و فنوتیپی برای تعیین وجود یا عدم وجود تنوع استفاده می‌شود (جدول ۵). مقایسه این ضرایب تأثیر عوامل محیطی را بر روی صفت مورد نظر نشان می‌دهد (Naroueirad et al., 2009). هر چقدر اختلاف مقدار ضریب تغییرات ژنوتیپی از ضریب تغییرات فنوتیپی کمتر باشد، نشان می‌دهد که اثر محیط بر روی ویژگی کم است و لذا انتخاب برای اصلاح چنین ویژگی مناسب است و هر چقدر ضریب تغییرات فنوتیپی بزرگتر از ضریب تغییرات ژنوتیپی باشد، نشان‌دهنده آن است که تنوع فقط به علت اثر ژنوتیپ‌ها نیست بلکه به علت اثرات محیط هم می‌باشد. هر چه نسبت تنوع ژنوتیپی به محیطی زیاد باشد، بازده انتخاب بیشتر بوده و بهتر می‌توان ژنوتیپ‌های مطلوب را از نامطلوب انتخاب کرد (Naroueirad et al., 2010). مطابق با نظریه Stansfield (۱۹۹۱) چنانچه توارث‌پذیری صفتی بیشتر از ۰/۵ باشد، صفت دارای توارث‌پذیری بالا، چنانچه توارث‌پذیری عمومی صفتی بین ۰/۲ تا ۰/۵ باشد، صفت دارای توارث‌پذیری متوسط و چنانچه توارث‌پذیری صفت مورد نظر کمتر از ۰/۲ باشد، صفت دارای توارث‌پذیری پایین می‌باشد. طبق این نظریه صفات طول برگ، طول بذر، عرض بذر، وزن صد بذر، عملکرد و در صد مواد جامد محلول دارای توارث‌پذیری بالا و صفات عرض برگ، طول میوه، عرض میوه، وزن میوه، وزن گوشت، وزن پوست دارای توارث‌پذیری متوسط و صفات طول گیاه، میانگین تعداد میوه در بوته و pH دارای توارث‌پذیری پایین بودند. میزان بازده ژنتیکی اندازه‌گیری شده (G<sub>A</sub>) با شدت انتخاب (K) ۲، ۵ و ۱۰ درصد نشان می‌دهد که عملکرد بیشترین بازده ژنتیکی را داشته و صفات طول برگ، عرض برگ، طول گیاه، طول میوه، عرض میوه، وزن میوه، وزن گوشت، وزن پوست، طول بذر، عرض بذر، pH، درصد مواد جامد محلول و میانگین تعداد میوه در هر بوته کمترین بازده ژنتیکی را دارند. با توجه به توارث‌پذیری بالای صفت وزن صد بذر (۰/۹۶) در مقابل سایر صفات می‌توان گفت این صفت توسط تعداد کمی ژن کنترل شده و سایر صفات توارث‌پذیری کمی داشته و توسط تعداد زیادی ژن با اثرات اندک کنترل می‌شوند.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در توده‌های هندوانه بومی ایران

Table 4. Mean comparisons of studied traits in Iranian watermelon accessions

طول برگ (سانتی‌متر) Leaf length (cm)	عرض برگ (سانتی‌متر) Leaf width (cm)	طول گیاه (متر) Fruit length (m)	طول میوه (سانتی‌متر) Fruit length (cm)	عرض میوه (سانتی‌متر) Fruit width (cm)	وزن میوه (کیلوگرم) Fruit weight (kg)	وزن گوشت (کیلوگرم) Pulp weight (kg)	وزن پوست (کیلوگرم) Fruit skin weight (kg)	طول بذر (میلی‌متر) Seed length (mm)	عرض بذر (میلی‌متر) Seed width (mm)	وزن صد بذر (گرم) 100 Seed weight (gr)	اسیدیته pH	مواد جامد محلول (درصد) TSS (%)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار) Yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	تعداد میوه در بوته Fruit number	نام توده Accessions name
11.31 <sup>bc</sup>	11.66 <sup>ab</sup>	3.08 <sup>a</sup>	39 <sup>a</sup>	32.86 <sup>a</sup>	8.03 <sup>a</sup>	4.3 <sup>a</sup>	3.36 <sup>a</sup>	11.63 <sup>de</sup>	7.5 <sup>ab</sup>	12.46 <sup>hgi</sup>	4.78 <sup>a</sup>	8.03 <sup>ab</sup>	24926 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	چارلستون
12.03 <sup>bc</sup>	10.68 <sup>b</sup>	3.05 <sup>a</sup>	32.33 <sup>ab</sup>	27.76 <sup>a</sup>	6.33 <sup>ab</sup>	3.66 <sup>ab</sup>	2.86 <sup>a</sup>	9.76 <sup>e</sup>	5.1 <sup>c</sup>	4.58 <sup>i</sup>	5.28 <sup>a</sup>	9.27 <sup>a</sup>	21111 <sup>ab</sup>	3.6 <sup>a</sup>	کریمسون
13.05 <sup>ab</sup>	12.72 <sup>ab</sup>	2.83 <sup>a</sup>	27.33 <sup>b</sup>	22.66 <sup>a</sup>	3.56 <sup>b</sup>	1.5 <sup>b</sup>	2.06 <sup>a</sup>	12.53 <sup>cde</sup>	8.4 <sup>ab</sup>	17.76 <sup>dc</sup>	5.28 <sup>a</sup>	7.83 <sup>abc</sup>	18037 <sup>abc</sup>	4.3 <sup>a</sup>	آ- شرقی ۸۰۰
13.93 <sup>ab</sup>	14.08 <sup>ab</sup>	2.80 <sup>a</sup>	30.66 <sup>ab</sup>	25.66 <sup>a</sup>	4.7 <sup>b</sup>	2.63 <sup>ab</sup>	2.06 <sup>a</sup>	19.4 <sup>a</sup>	9.9 <sup>a</sup>	19.72 <sup>abc</sup>	5.30 <sup>a</sup>	5.62 <sup>bcde</sup>	18519 <sup>abc</sup>	6 <sup>a</sup>	سمنان ۷۹۱
13.23 <sup>ab</sup>	13.68 <sup>ab</sup>	3.19 <sup>a</sup>	29.33 <sup>ab</sup>	24.83 <sup>a</sup>	4.20 <sup>b</sup>	1.93 <sup>b</sup>	2.26 <sup>a</sup>	13.43 <sup>bcde</sup>	8.2 <sup>ab</sup>	15.38 <sup>def</sup>	5.17 <sup>a</sup>	6 <sup>bcde</sup>	15778 <sup>bc</sup>	4 <sup>a</sup>	آ- شرقی ۶۵۳
12.74 <sup>abc</sup>	13.96 <sup>ab</sup>	2.45 <sup>a</sup>	30.66 <sup>ab</sup>	25.66 <sup>a</sup>	4.23 <sup>b</sup>	1.96 <sup>b</sup>	2.43 <sup>a</sup>	12.43 <sup>cde</sup>	7.8 <sup>ab</sup>	12.42 <sup>hgi</sup>	5.24 <sup>a</sup>	7.46 <sup>abcde</sup>	16926 <sup>bc</sup>	4.3 <sup>a</sup>	گیلان ۸۱۶
12.34 <sup>abc</sup>	13.12 <sup>ab</sup>	2.96 <sup>a</sup>	28.66 <sup>ab</sup>	24.66 <sup>a</sup>	4.93 <sup>ab</sup>	2.10 <sup>ab</sup>	2.83 <sup>a</sup>	12.6 <sup>cde</sup>	7.2 <sup>bc</sup>	14.07 <sup>efg</sup>	5.34 <sup>a</sup>	6.69 <sup>bcde</sup>	19593 <sup>abc</sup>	5.3 <sup>a</sup>	آ- شرقی ۸۱۴
12.91 <sup>abc</sup>	12.13 <sup>ab</sup>	3.14 <sup>a</sup>	35 <sup>ab</sup>	32.96 <sup>a</sup>	6.13 <sup>ab</sup>	3.33 <sup>ab</sup>	3.30 <sup>a</sup>	13.13 <sup>cde</sup>	8 <sup>ab</sup>	10.50 <sup>i</sup>	5.07 <sup>a</sup>	6.26 <sup>bcde</sup>	18926 <sup>abc</sup>	3 <sup>a</sup>	کرمان ۷۷۹
12.67 <sup>abc</sup>	13.31 <sup>ab</sup>	2.89 <sup>a</sup>	23.66 <sup>b</sup>	24 <sup>a</sup>	4.33 <sup>b</sup>	1.93 <sup>b</sup>	2.4 <sup>a</sup>	15.23 <sup>bcd</sup>	8.4 <sup>ab</sup>	20.88 <sup>ab</sup>	5.40 <sup>a</sup>	6.84 <sup>abcde</sup>	17148 <sup>bc</sup>	3.6 <sup>a</sup>	اصفهان ۸۰۸
11.94 <sup>bc</sup>	12.42 <sup>ab</sup>	3.09 <sup>a</sup>	24 <sup>b</sup>	22.26 <sup>a</sup>	3.90 <sup>b</sup>	1.83 <sup>b</sup>	2.06 <sup>a</sup>	15.9 <sup>bcd</sup>	8.1 <sup>ab</sup>	22.10 <sup>a</sup>	5.10 <sup>a</sup>	7.20 <sup>abcde</sup>	13778 <sup>bc</sup>	3.6 <sup>a</sup>	زنجان ۷۷۴
13.62 <sup>ab</sup>	14.66 <sup>ab</sup>	3.25 <sup>a</sup>	28.33 <sup>ab</sup>	28.83 <sup>a</sup>	4.20 <sup>b</sup>	1.96 <sup>b</sup>	2.23 <sup>a</sup>	17.4 <sup>ab</sup>	8.5 <sup>ab</sup>	19.76 <sup>abc</sup>	5.35 <sup>a</sup>	5.47 <sup>cde</sup>	13741 <sup>bc</sup>	3.6 <sup>a</sup>	خراسان ۸۰۵
12.43 <sup>abc</sup>	12.56 <sup>ab</sup>	2.99 <sup>a</sup>	26.33 <sup>b</sup>	21.66 <sup>a</sup>	4.10 <sup>b</sup>	2.06 <sup>ab</sup>	2.03 <sup>a</sup>	13.06 <sup>cde</sup>	7.9 <sup>ab</sup>	13.31 <sup>fgh</sup>	5.48 <sup>a</sup>	7.23 <sup>abcde</sup>	17371 <sup>abc</sup>	4.6 <sup>a</sup>	بوشهر ۷۵۶
9.92 <sup>c</sup>	10.76 <sup>b</sup>	2.72 <sup>a</sup>	25.66 <sup>b</sup>	24 <sup>a</sup>	5 <sup>ab</sup>	2.83 <sup>ab</sup>	2.16 <sup>a</sup>	12.2 <sup>de</sup>	7.3 <sup>bc</sup>	11.29 <sup>hi</sup>	5.32 <sup>a</sup>	7.4 <sup>abcde</sup>	16556 <sup>bc</sup>	4 <sup>a</sup>	کرمانشاه ۸۰۴
15.23 <sup>a</sup>	16.03 <sup>a</sup>	2.98 <sup>a</sup>	29 <sup>ab</sup>	25.40 <sup>a</sup>	4.06 <sup>b</sup>	2.20 <sup>ab</sup>	1.86 <sup>a</sup>	15.13 <sup>bcd</sup>	8.5 <sup>ab</sup>	17.04 <sup>cde</sup>	5.63 <sup>a</sup>	6.56 <sup>bcde</sup>	13444 <sup>c</sup>	5 <sup>a</sup>	همدان ۸۱۷
12.21 <sup>bc</sup>	11.83 <sup>ab</sup>	2.68 <sup>a</sup>	27 <sup>b</sup>	20.16 <sup>a</sup>	4 <sup>b</sup>	1.93 <sup>b</sup>	2.06 <sup>a</sup>	11.8 <sup>de</sup>	7.3 <sup>bc</sup>	13.83 <sup>fgh</sup>	5.63 <sup>a</sup>	7.6 <sup>abcd</sup>	16148 <sup>bc</sup>	5.3 <sup>a</sup>	کرمان ۶۷۸
14.26 <sup>ab</sup>	14.76 <sup>ab</sup>	3.30 <sup>a</sup>	27.33 <sup>b</sup>	26.83 <sup>a</sup>	4.66 <sup>b</sup>	2.53 <sup>ab</sup>	2.13 <sup>a</sup>	14.83 <sup>bcd</sup>	8.5 <sup>ab</sup>	20.56 <sup>ab</sup>	5.44 <sup>a</sup>	5.21 <sup>de</sup>	16593 <sup>bc</sup>	4 <sup>a</sup>	اصفهان ۸۰۹
12 <sup>bc</sup>	13.07 <sup>ab</sup>	2.74 <sup>a</sup>	32.66 <sup>ab</sup>	28.66 <sup>a</sup>	5.76 <sup>ab</sup>	2.93 <sup>ab</sup>	2.83 <sup>a</sup>	12.73 <sup>cde</sup>	8.5 <sup>ab</sup>	19.03 <sup>bc</sup>	5.42 <sup>a</sup>	7.89 <sup>abc</sup>	14963 <sup>bc</sup>	4 <sup>a</sup>	هرمزگان ۷۵۸
13.74 <sup>ab</sup>	14.54 <sup>ab</sup>	3.15 <sup>a</sup>	24.33 <sup>b</sup>	19.5 <sup>a</sup>	3.33 <sup>b</sup>	1.53 <sup>b</sup>	1.80 <sup>a</sup>	16.36 <sup>abc</sup>	8.9 <sup>ab</sup>	18.16 <sup>bc</sup>	5.18 <sup>a</sup>	5.10 <sup>e</sup>	15741 <sup>bc</sup>	3 <sup>a</sup>	خراسان ۸۰۶

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

In each column, means with similar letter(s) are not significantly different at the 5% probability level based on Tukey method.

جدول ۵- مقادیر توارث پذیری عمومی، ضریب تنوع فنوتیپی و ضریب تنوع ژنوتیپی صفات مورد بررسی در توده‌های هندوانه  
 Table 6. Broad sense heritability ( $h^2$ ), coefficient of phenotypic variation ( $CV_{ph}$ ) and coefficient of genotypic variation ( $CV_G$ ) of studied traits in watermelon accessions

$G_A(K=10\%)$	$G_A(K=5\%)$	$G_A(K=2\%)$	$CV_G/CV_E$	$CV_{ph}$	$CV_E$	$CV_G$	$h^2$	صفات (Character)
1.37	1.6	1.88	1.08	11.25	6.62	8.27	0.54	طول برگ (سانتی متر) Leaf length (cm)
1.11	1.3	1.53	0.7	14.65	11.99	8.42	0.33	عرض برگ (سانتی متر) Leaf width (cm)
0.06	0.07	0.09	0.34	11.86	11.2	3.9	0.1	طول گیاه (سانتی متر) Stem length (cm)
3.89	4.55	5.35	0.9	17.08	12.69	11.44	0.45	طول میوه (سانتی متر) Fruit length (cm)
2.48	2.91	3.42	0.6	20.67	17.67	10.71	0.27	عرض میوه (سانتی متر) Fruit width (cm)
1.2	1.4	1.65	0.94	30.37	22.04	20.89	0.47	وزن کل میوه (کیلوگرم) Total fruit weight (kg)
0.708	0.82	0.97	0.84	40.4	30.9	26.02	0.41	وزن گوشت (کیلوگرم) Pulp weight (kg)
2.97	3.48	4.09	0.61	258	219	136	0.28	وزن پوست (کیلوگرم) Fruit skin weight (kg)
3.29	3.85	4.52	1.66	18.48	9.49	15.58	0.74	طول بذر (میلی متر) Seed length (mm)
1.09	1.28	1.5	1.06	14.6	9.99	10.64	0.53	عرض بذر (میلی متر) Seed width (mm)
7.76	9.09	10.6	5.04	29.12	5.66	28.57	0.96	وزن صد بذر (گرم) 100 Seed weight (gr)
1.4	0.011	0.02	0.16	6.42	6.34	1.03	0.03	اسیدیته pH
941	1.64	1.92	1.26	18.83	11.68	14.77	0.62	درصد مواد جامد محلول TSS (%)
941	1102	1294	0.47	17.23	15.59	7.46	0.45	عملکرد (کیلوگرم در مترمربع) Yield ( $kg/m^2$ )
0.38	0.44	0.52	0.46	29.26	26.49	12.49	0.18	میانگین تعداد میوه Fruit number

### همبستگی

بذر و طول بذر (۰/۸۳۳)، وزن صد بذر و طول بذر (۰/۷۰۸)، وزن صد بذر و عرض بذر (۰/۸۰۴)، عملکرد و طول میوه (۰/۶۳۴)، وزن میوه و عملکرد (۰/۷۵۴)، عملکرد و وزن گوشت (۰/۶۹۴) و وزن گوشت و عملکرد (۰/۷۱۷) همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد. بیشترین میزان همبستگی مثبت بین صفات وزن گوشت و وزن میوه (۰/۹۶۸) و کمترین میزان همبستگی منفی بین صفات مواد جامد محلول و طول بذر (۰/۸۱۵-) مشاهده شد (جدول ۶).

نتایج حاصل از همبستگی فنوتیپی بین صفات نشان می‌دهد که بین صفات طول برگ و عرض برگ (۰/۸۷۹)، عرض میوه و طول میوه (۰/۸۴۵)، وزن میوه و طول میوه (۰/۸۴۵)، وزن میوه و عرض میوه (۰/۸۱۹)، وزن گوشت و طول میوه (۰/۸۱۰)، وزن گوشت و عرض میوه (۰/۷۸۷)، وزن پوست و وزن میوه (۰/۸۹۹)، وزن پوست و وزن گوشت (۰/۷۸۰)، طول بذر و وزن پوست (۰/۵۰۵)، عرض



جدول ۶- همبستگی ژنتیکی میان صفات در توده‌های هندوانه بومی ایران

Table 7. Genetic correlations among studied traits in Iranian watermelon accessions

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	صفات Characters
														1	1
													1	0.879**	2
												1	0.216	0.344	3
											1	0.012	-0.219	-0.115	4
										1	0.845**	0.246	-0.105	-0.056	5
									1	0.819**	0.849**	0.099	-0.498*	-0.433	6
								1	0.968**	0.787**	0.810**	0.108	-0.498*	-0.382	7
							1	0.780**	0.899**	0.787**	0.806**	0.034	-0.490*	-0.440	8
						1	0.505*	-0.371	-0.424	-0.114	-0.312	0.241	0.712**	0.628**	9
					1	0.833**	-0.462	-0.416	-0.421	-0.112	-0.225	0.059	0.697**	0.550*	10
				1	0.804**	0.708**	-0.485*	-0.552*	-0.510*	-0.274	-0.496	0.170	0.628**	0.438	11
			1	0.182	0.073	0.142	-0.554*	-0.455	-0.535*	0.469*	-0.496*	-0.274	0.330	0.334	12
		1	-0.074	-0.578*	-0.727**	-0.815**	0.452	0.408	0.435	0.104	0.318	-0.470*	-0.717**	-0.630	13
	1	0.416	-0.564*	-0.563*	-0.429	-0.418	0.717**	0.694**	0.754**	0.455	0.643**	0.002	-0.535*	-0.374	14
1	-0.144	-0.044	0.612**	0.192	0.249	0.359	-0.359	-0.293	-0.337	-0.367	-0.167	-0.465	0.221	0.236	15

(11) وزن صد دانه (100 Seed weight)

(12) اسیدیته (pH)

(13) مواد جامد محلول (TSS)

(14) عملکرد (Yield)

(15) تعداد میوه در بوته (Fruit number)

(6) وزن کل میوه (Fruit weight)

(7) وزن گوشت (Pulp weight)

(8) وزن پوست (Fruit skin weight)

(9) طول بذر (Seed length)

(10) عرض بذر (Seed width)

(1) طول برگ (Leaf length)

(2) عرض برگ (Leaf width)

(3) طول گیاه (Plant height)

(4) طول میوه (Fruit length)

(5) عرض میوه (Fruit width)

\* and \*\*: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

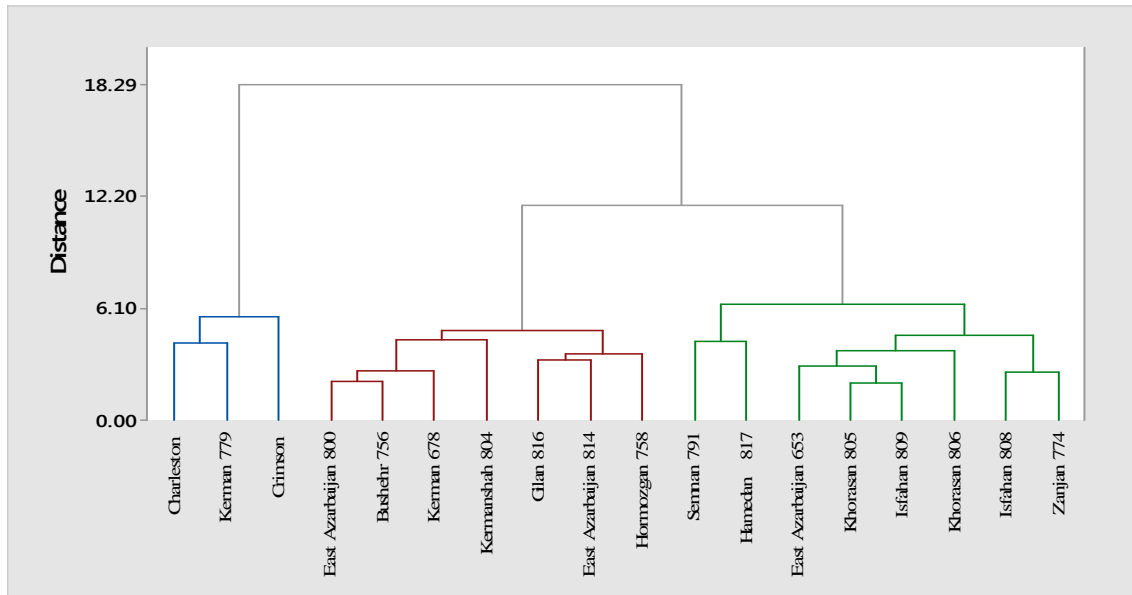
\* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد.

بر اساس جدول (۶) همبستگی مشاهده شد، صفات طول میوه، وزن میوه، وزن گوشت و وزن پوست که به طور مستقیم در افزایش میزان عملکرد نقش دارند با این صفت همبستگی مثبت و بالایی دارند. در پژوهشی که توسط Naroueirad و همکاران (۲۰۱۰) صورت گرفت، بین عملکرد و وزن میوه، طول میوه و عرض میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد. در مطالعه‌ای که توسط Kiani and Jahanbin (۲۰۰۶) بر روی هندوانه‌های بومی انجام گرفت، همبستگی عملکرد با درصد قند، نسبت وزن گوشت به وزن میوه و عرض میوه مثبت و معنی‌دار و با ضخامت پوست، نسبت وزن پوست به وزن میوه، نسبت وزن بذر به وزن میوه، وزن صد دانه، طول بذر، قطر بذر و عرض بذر منفی و معنی‌دار بود. در پژوهشی که توسط Sheikh و همکاران (۲۰۱۳) روی هندوانه‌های تتراپلوئید صورت گرفت، مشخص شد که بین وزن میوه با صفات طول میوه و عرض میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد، هم‌چنین بین دو صفت طول میوه و عرض میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد، که با نتایج به‌دست آمده با این پژوهش، هم‌خوانی دارد. در پژوهشی که توسط Mohammadi و همکاران (۲۰۱۴) به‌منظور بررسی رابطه‌ی بین عملکرد و اجزای آن در ژنوتیپ‌های طالبی بومی ایران انجام شد، بین صفت میانگین وزن میوه با صفات طول میوه، عرض میوه، ضخامت گوشت و عملکرد اختلاف مثبت و معنی‌داری مشاهده شد، که با نتایج به‌دست آمده از این پژوهش هم‌خوانی دارد.

### تجزیه کلاستر

فاصله ژنتیکی بین توده‌ها را می‌توان بر اساس رابطه‌ی خویشاوندی و شجره‌ای و یا بر اساس ترکیب ژنتیکی مشخص نمود. تجزیه‌ی خوشه‌ای یک عنوان کلی برای یک سری از روش‌های ریاضی است که برای پیدا کردن شباهت بین مواد در یک مجموعه به کار می‌رود. هدف بسیاری از فعالیت‌های تحقیقاتی پی بردن به این است که کدامیک از مواد موجود در یک مجموعه مشابه و یا متفاوت هستند. بدین منظور بهترین روش استفاده از طبقه‌بندی است. هدف

از تجزیه خوشه‌ای اول پیدا کردن دسته‌های واقعی افراد و دوم کاهش تعداد داده‌ها است. به عبارت دیگر هدف شناسایی تعداد کمتری از گروه‌ها می‌باشد به طوری که گروه‌های که دارای شباهت بیشتری با یکدیگرند در یک گروه قرار گیرند (Farshadfar, 1998). نتایج حاصل از تجزیه‌ی خوشه‌ای در شکل (۱) نشان داده شده است. بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای توده‌های مورد بررسی در سه خوشه قرار گرفتند، به گونه‌ای که ژنوتیپ‌های چارلستون، کریمسون و توده‌ی ۷۷۹ کرمان که دارای بیشترین میزان طول میوه، عملکرد، مواد جامد محلول، وزن کل میوه، کمترین میزان طول و عرض بذر و کمترین میزان وزن صد بذر بودند در خوشه‌ی یک، توده‌های ۸۱۴ آذربایجان شرقی، ۷۵۶ بوشهر، ۸۱۶ گیلان، ۸۰۰ آذربایجان شرقی، ۷۵۸ هرمزگان، ۸۰۴ کرمانشاه و ۶۷۸ کرمان در خوشه‌ی دو و توده‌های ۸۰۸ اصفهان، ۷۷۴ زنجان، ۷۹۱ سمنان، ۶۵۳ آذربایجان شرقی، ۸۰۵ خراسان، ۸۰۹ اصفهان، ۸۰۶ خراسان و ۸۱۷ همدان در خوشه‌ی سه قرار گرفتند. ضریب کوفتیک برای روش وارد  $0.708^{**}$  برآورد شد که در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. این نتیجه نشان داد که دندروگرام به‌دست آمده از روش وارد تصویر قابل قبولی از فواصل حقیقی موجود بین ژنوتیپ‌ها ارائه می‌دهد. خوشه ۳ شامل توده‌های ۷۹۱ سمنان و ۷۷۴ زنجان بود که بیشترین میزان طول و عرض و وزن صد بذر را نسبت به سایر خوشه‌ها داشتند بنابراین می‌توانند در اصلاح ارقامی که به‌منظور تهیه‌ی بذر کشت می‌شوند مورد استفاده قرار گیرند. در تجزیه کلاستر بیشترین میزان فاصله بین دو گروه ۱ و ۳ مشاهده شد. بنابراین بیشترین هتروزیس مورد انتظار، می‌تواند از تلاقی بین ژنوتیپ‌های گروه ۱ با گروه ۳ به‌دست بیاید. می‌توان ارقام گروه ۱ را به‌عنوان یکی از والدین سودمند در تلاقی با ارقام بومی ایران که ممکن است منجر به نوترکیبی‌های جدید و مطلوب ژنی گردد، معرفی کرد. با توجه به این که در خوشه ۱ ژنوتیپ کریمسون، کمترین طول بذر، عرض بذر و کمترین وزن صد بذر را در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها دارد، می‌توان از این ژنوتیپ در تولید ارقام که دارای بذره‌ای با اندازه کوچک هستند، استفاده نمود.



شکل ۱- گروه‌بندی توده‌های هندوانه بومی ایران بر اساس داده‌های مورفولوژی و فیزیولوژی با استفاده از روش وارد  
 Figure 1. Ward dendrogram of Iranian watermelon populations based on morph-physiological data

تلاقی با ارقام بومی ایران جهت تولید ژنوتیپ‌های جدید  
 مورد استفاده قرار گیرند.

### سپاسگزاری

از مساعدت‌های موسسه بانک ژن گیاهی ایران به  
 جهت در اختیار قرار دادن بذور توده‌های هندوانه بومی  
 ایران جهت اجرای طرح تشکر و قدردانی می‌گردد.

### نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این پژوهش، ژنوتیپ‌های تجاری  
 کریمسون‌سویت و چارلستون‌گری از نظر صفات  
 عملکرد، مواد جامد محلول و وزن کل میوه نسبت به  
 ارقام بومی مورد آزمایش دارای برتری بوده و هم‌چنین  
 ژنوتیپ کریمسون‌سویت با داشتن کمترین میزان طول بذور و  
 وزن صد بذور می‌توانند به‌عنوان یکی از والدین سودمند در

### References

- Abd Mishani, S. and Shah Nejate Bushehri, A. (1997). Advanced plant breeding. Tehran University Press, Tehran, Iran, 320 P. [In Farsi]
- Anonymous. (2013). Statistics yearbook of agricultural crops and animal science. Jihad-e-Keshavarzi Ministry Pub. [In Farsi]
- Badenez, M.L., Martinez-Calvo, J., and Lacer, G. (1998). Analysis of apricot germplasm from the European ecogeographical group. *Euphytica* 102: 93-99.
- Brown, W.L. (1983). Genetic diversity and genetic vulnerability-an appraisal. *Economic Botany* 37(1): 4-12.
- Farahani, A. and Arzani, A. (2007). Study of genetic diversity of cultivars and F<sub>1</sub> hybrids of durum wheat using agronomic and morphological traits. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 10: 341-355. [In Farsi]
- Farshadfar, E. (1998). Application of biometrical genetics in plant breeding. Razi University Press. 528 P. [In Farsi]

- Farsi, M. and Bagheri, A.R. (2004). Essentials of plant breeding. Jihad Mashhad University Press. 375 P. [In Farsi]
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2012). Statistic Database. <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush.htm> (accessed January 2015).
- Kaloo, G. 1988. Vegetable Breeding. CRC Press, Florida, USA. 239 P.
- Kiani, M. and Jahanbin, G. (2006). Investigation on genetic variation of Iran watermelon accession. Iranian Journal of Field Crops Research, 4(2): 333-345. [In Farsi]
- Magss-Kolling, G.L. (2003). Variability in namibian landraces of watermelon (*Citrullus lanatus*). Euphytica 132(3): 251-258.
- Mohammadi, R., Dehghani, H., Karimzadeh, Q., Fenny, D., and Akrami, M. (2014). Study on relationships between yield and its components in Iranian cantaloupe genotypes. Iranian Journal of Horticultural Sciences, 45(1): 1-10 [In Farsi]
- Naroueirad M.R., Alah Dou M., Ghasemi A., and Fanaei H.R. (2010). Investigation of genetic diversity and broad sense heritability in watermelon accessions of Sistan. Iranian Journal of Horticultural Sciences (Iranian Journal of Agricultural Sciences), 40(4): 95-103.
- Nevo, E., Noy-Meir, I., Beiles, A., Krugman, T., and Agami, M. (1991). Natural selection of allozyme polymorphisms: Micro-geographical spatial and temporal ecological differentiation in wild emmer wheat. Israel Journal of Botany 40: 419-449.
- Peyvast, Gh. (2009). Vegetable crop production. Danshpazir Press, 5th Edition, Tehran, Iran. 577 P. [In Farsi]
- Robinson, R.W. and Decker-Walters, D.S. (1997). Cucurbits. CAB international. Wallingford, UK. 226 P.
- Romao, R.L. and Roberto, L. (2000). Northeast Brazil: A secondary center of diversity for watermelon (*Citrullus lanatus*). Genetic Resources and Crop Evaluation, 47(2): 207-213.
- Sheikh, S., Noh, J., Seong, M., Jung, G., Kim, J., Ju, H., and Huh, Y. (2013). Phenotypic markers for tetraploid watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) following parental exposure to colchicine in to generation. Horticulture, Environment, and Biotechnology 54(6): 524-530.
- Shekari, F., Massiha, S., and Esmailpoor, B. (2006). The physiology of vegetable crops. Zanjan University Press, 394 P. [In Farsi]
- Stansfield, W.D. (1991). Theory and problems in genetics. McGraw-Hill.
- Szamosi, C., Solmaz, I., Sari, N. and Barsony, C. (2009). Morphological characterization of Hungarian and Turkish watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai) genetic resources. Genetic Resources and Crop Evaluation 56: 1091-1105.
- Wehner, T.C. (2000). Watermelon crop information. Department of Horticulture Science, North Carolina State University.

## Exploring Genetic Diversity of Some Iranian Watermelon (*Citrullus vulgaris*) Accessions in Urmia Climatic Conditions

A. Hajiali<sup>1</sup>, R. Darvishzadeh<sup>2\*</sup>, B. Zahedi<sup>3</sup> and J. Abbaskohpayegani<sup>4</sup>

- 1- M.Sc. Student of Plant Production, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture, Lorestan University, KorramAbad, Iran
- 2- **\*Corresponding Author:** Professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran (r.darvishzadeh@urmia.ac.ir)
- 3- Assistant Professor, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture, Lorestan University, KorramAbad, Iran
- 4- Assistant Professor of Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran

Received: 15 October, 2015

Accepted: 4 January, 2017

### Abstract

#### Background and Objectives

Watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb) belongs to the genus Cucurbita and the family Cucurbitaceae. The aim of the present study was to evaluate the level of genetic variation among Iranian watermelon accessions originating from different regions of the country by morphological traits.

#### Materials and Methods

Sixteen accessions together with two commercial watermelon cultivars were planted in completely randomized block design with three replications in Agricultural Research Center of Urmia in 2013. Fifteen traits including leaf length, leaf width, plant length, number of fruit per plant, fruit length, fruit width, fruit weight, fruit mass, fruit skin, 100 seed weight, seed length, seed width, pH, TSS and yield were assessed on the studied accessions. During fruit ripening, four fruits from each plot were randomly selected and the traits were measured according to International Board for Plant Genetic Resources Institute descriptor. The TSS was assessed by using refractometer and the pH by using pH meter.

#### Results

Analysis of variance showed that there is a meaningful difference between genotypes for all studied traits except for pH, stem length and number of fruits per plant. According to the results, fruit yield ranged from 24626 kg h<sup>-1</sup> in Charleston Gray genotype to 13444 kg h<sup>-1</sup> in Hamedan 817 accession. The percentage of TSS varied from 9.27% in Crimson sweet genotype to 5.1% in Khorasan 806 accession and fruit pH varied from 5.63 in Hamedan 817 accession to 4.78 in Charleston Gray genotype. Phenotypic coefficient of variation was higher than genotypic coefficient of variation for all studied traits, indicating the significant effects of environmental effects. The highest positive correlation (0.968) was observed between pulp weight and fruit weight and the highest negative one (-0.815) was observed between TSS and seed length. The highest heritability was seen for 100 seed weight and the lowest one for pH. Cluster analysis with Ward method, classified the studied accessions in to three different groups. The maximum distance was observed between genotypes of groups 1 and 3.

#### Discussions

The results revealed a rather high level of genetic polymorphism and wide genetic variation between accessions, which offer valuable information for conservation and management of genetic resources and utilizing them in watermelon breeding programs. The genetic distance between accessions is a valuable parameter to conserve and use a given germplasm in breeding activities. It was proved that crosses between unrelated and genetically distant parents will show more power hybrid than crosses between genotypes closely related.

**Keywords:** *Correlation, General heritability, Genetic diversity, Morphological traits, Watermelon.*