مجله علوم باغبانی ایران
دوره ۴۰، شماره ۴، ۱۳۸۸ (۱۰۳-۹۵)

بررسی تنوع ژنتیکی و توارث‌پذیری عمومی توده‌های محلی هندوانه سیستان

محمدرضا ناروئی‌راد[1]*، مریم اله دو[2]، احمد قاسمی[3] و حمیدرضا فنایی[4]
۱، ۳، ۴، عضو هئیت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان
۲، عضو هئیت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه زابل
(تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۲۱ - تاریخ تصویب: ۸۹/۱/۲۹)

چکیده

به منظور حفاظت از ذخایر ژنتیکی و شناسایی نقاط قوت و ضعف توده‌های محلی سیستان و مقایسه آن با ارقام اصلاح شده، ۵۳ توده محلی به همراه ۳ رقم فرفاکس، شوگر بی‌بی و چارلستون گری (شاهد) به صورت آزمایشی در سال ۱۳۸۶ در قالب طرح لاتیس مستطیل با دو تکرار اجرا گردید. صفات مورفولوژی شامل طول بوته، وزن میوه، وزن بذر، تعداد میوه، طول میوه، عرض میوه، درصد قند و عملکرد بودند. میزان تنوع فنوتیپی، ژنوتیپی، محیطی، توارث‌پذیری عمومی صفات، نسبت تنوع ژنوتیپی به محیطی، ضریب همبستگی صفات، رگرسیون گام به گام، تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مولفه‌های اصلی با استفاده از نرم‌افزارهای Excell و SAS نسخه ۹/۱ محاسبه گردید. نتایج نشان داد ارقام و توده‌ها از نظر صفات طول میوه، عرض میوه، درصد قند و عملکرد اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشتند. در مورد همه صفات، ضریب تنوع فنوتیپی از ضریب تنوع ژنتیکی بیشتر بود، که نشان‌دهنده تاثیر عوامل محیطی بر روی صفات مورد بررسی می‌باشد. نسبت تنوع ژنوتیپی به محیطی در همه صفات به جز صفت وزن بذر پایین بود. همبستگی فنوتیپی بین صفات، نشان داد که بین عملکرد و وزن میوه، طول میوه و عرض میوه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند. تجزیه خوشه‌ای براساس صفات مورفولوژی توده‌های جمع‌آوری شده را به چهار گروه قابل متمایز تفکیک نمود. تجزیه به مولفه‌های اصلی صفات اشاره داشت به اینکه دو مولفه اول ۳۶ و ۱۹ درصد (۵۵ درصد از کل) از تنوع کل را توجیه نمودند. ۷۸ درصد از تنوع توسط پنج مولفه اول، قابل توجیه بود. در مولفه اول، صفت عرض میوه (۵۴ درصد)، عملکرد (۵۳ درصد)، وزن میوه (۵۰ درصد)، طول میوه (۳۷ درصد) و در مولفه دوم صفت تعداد میوه (۵۲ درصد)، وزن بذر (۴۸ درصد) و درصد قند (۲۸ درصد) بیشترین تاثیر را در توجیه تنوع ژنتیکی دارا بودند.

واژه‌های کلیدی: **هندوانه، تنوع ژنتیکی، توارث‌پذیری عمومی ، تجزیه کلاستر.**

مقدمه

هندوانه متعلق به تیره *Cucurbitaceae* و جنس *Citrullus* بوده و تنها گونه زراعی این جنس می‌باشد (Bisognin,2002). هندوانه بومی آفریقا بوده، ولی امروزه در سراسر مدیتراته و مناطق حاره گسترش یافته است. نوع وحشی از ۴۰۰۰ سال قبل در آفریقا اهلی شده و به

* نویسنده مسئول: محمدرضا ناروئی‌راد تلفن: ۰۹۱۵-۳۴۰۰۱۰۹ E-mail: narouirad@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

طور گسترده در مناطقی با تابستان‌های گرم و طولانی رشد می‌کند (Robertson, 2004). از نظر تولید چین در مقام اول و پس از آن ایالت متحده، ایران و جمهوری کره در مقام‌های بعدی قرار گرفته است (Huhl et al., 2008). از نظر سطح زیر کشت، ایران حدود ۱۳۱ هزار هکتار را به خود اختصاص داده، که متوسط تولید آن ۲۷ تن در هکتار است ،گونه‌ها و رقم‌های مختلف هندوانه در آغاز رشد خیلی شبیه به هم بوده ولی تنوع زیادی برای شکل میوه و دیگر صفات از خود نشان می‌دهند که برای برنامه‌های به‌نژادی به منظور تولید یک واریته جدید، از نظر تولید و تحمل به تنش‌های زنده و غیرزنده ضروری به نظر می‌رسد. شناسایی رقم‌های هندوانه و تعیین خلوص ژنتیکی آنها عمدتا به صفات میوه آن ارتباط دارد (Bisognin,2002). نشانگرهای مورفولوژی می‌توانند وسیله موثری برای تعیین ارتباط ژنتیکی بین رقم‌ها و سلکسیون‌های استفاده شده در برنامه‌های به‌نژادی باشند. Levi et al. (2001b) گزارش کردند که تنوع گسترده‌ای از نظر صفات مورفولوژی بین ارقام هندوانه وجود دارد که این صفات عمدتاً مربوط به رنگ و ضخامت پوست، شکل و رنگ میوه، بافت و رنگ گوشت، میزان قند، شکل و رنگ بذر، روز تا رسیدگی میوه و مقاومت به بیماری می‌باشد. اغلب این صفات کیفی بوده که تحت تاثیر یک یا تعداد کمی ژن قرار می‌گیرند. هدف از این تحقیق، جمع‌آوری و گروه‌بندی توده‌های جمع‌آوری شده از مناطق مختلف سیستان، شناسایی نقاط قوت و ضعف توده‌های بومی سیستان و مقایسه آنها با ارقام اصلاح شده شوگر بی‌بی و فرفاکس و بررسی میزان توارث‌پذیری صفات مورد ارزیابی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با استفاده از ۵۳ توده جمع‌آوری شده از منطقه سیستان و دو رقم به نام‌های شوگر بی‌بی و فرفاکس (جدول۱) و یک رقم شاهد در قالب طرح لاتیس مستطیل در دو تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک با عرض جغرافیایی ´۵۴ °۳۰ و طول جغرافیایی ´۴۱ °۶۱ و با ارتفاع ۴۸۳ متر از سطح دریا واقع گردیده و دارای اقلیم کشاورزی بسیار خشک با تابستان بسیار گرم و طولانی می‌باشد. خاک این ایستگاه تحقیقاتی از نوع بافت لومی با هدایت الکتریکی ۳/۳ دسی زیمنس بر متر و pH برابر با ۸ بوده و آب آبیاری دارای هدایت الکتریکی ۳-۲ دسی‌زیمنس بر متر و pH برابر ۸ می‌باشد. در طول دوره رشد میزان بارندگی صفر گزارش شده است. مزرعه طرح در اسفند ۱۳۸۶ انتخاب و پس از نمونه‌برداری خاک، ۱۲۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل، ۱۸۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و همچنین مقدار ۴۰ تن در هکتار کود حیوانی نیز در موقع تهیه زمین پخش شده و با شخم زیر و رو گردید. هر توده در یک خط ۵ متری

جدول ۱- توده‌ها و ارقام مورد بررسی و مبدا جمع‌آوری آنها

محل جمع‌آوری	توده	محل جمع‌آوری	توده	محل جمع‌آوری	توده	محل جمع‌آوری	توده
زهک	۱	کوهک	۱۵	محمدآباد	۲۹	ده ارباب	۴۳
زهک	۲	کوهک	۱۶	محمدآباد	۳۰	ده ارباب	۴۴
جزینک	۳	کوهک	۱۷	محمدآباد	۳۱	دوست محمد	۴۵
جزینک	۴	کوهک	۱۸	محمدآباد	۳۲	دوست محمد	۴۶
زهک	۵	ادیمی	۱۹	محمدآباد	۳۳	دوست محمد	۴۷
زهک	۶	ادیمی	۲۰	محمدآباد	۳۴	دوست محمد	۴۸
زهک	۷	زهک	۲۱	محمدآباد	۳۵	دوست محمد	۴۹
میانکنگی	۸	جزینک	۲۲	بنجار	۳۶	کوهک	۵۰
میانکنگی	۹	جزینک	۲۳	بنجار	۳۷	کوهک	۵۱
میانکنگی	۱۰	ادیمی	۲۴	بنجار	۳۸	کوهک	۵۲
میانکنگی	۱۱	کوهک	۲۵	نهور	۳۹	میانکنگی	۵۳
میانکنگی	۱۲	کوهک	۲۶	نهور	۴۰	بخش سبزی و صیفی	شوگر بی بی
میانکنگی	۱۳	کوهک	۲۷	نهور	۴۱	بخش سبزی و صیفی	فرفاکس
میانکنگی	۱۴	زهک	۲۸	ده ارباب	۴۲	بخش سبزی و صیفی	شاهد

Archive of SID

www.SID.ir

به فاصله بوته ۴۰ سانتیمتر و فاصله ردیف ۲/۵ متر کشت شد. فاصله بین تکرارها نیز ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. در طول دوره رشد و نمو صفات طول بوته، وزن میوه، وزن بذر، تعداد میوه در بوته، طول میوه، عرض میوه، درصد قند و عملکرد یادداشت‌برداری و ثبت گردید. مراقبت‌های زراعی خاک دادن پای بوته، تنک بوته‌های اضافی، هدایت بوته‌ها بر روی پشته، وجین، مبارزه با آفات و غیره به موقع انجام گرفت. آبیاری به روش جوی و پشته انجام گرفت. پس از رسیدن میوه نیز کلیه یادداشت‌برداری‌ها انجام گرفت.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه واریانس داده‌ها در قالب طرح لاتیس مستطیل و به کمک نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام گرفت. واریانس ژنوتیپی، فنوتیپی و محیطی بر اساس تجزیه واریانس طرح و فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

$$\delta^2 g = \frac{MSP - MSe}{r}$$

$$\delta^2 e = MSe$$

$$\delta^2 p = \delta^2 g + \delta^2 e$$

ضرائب تنوع فنوتیپی، ژنوتیپی، محیطی، توارث‌پذیری عمومی و بازده ژنتیکی با شدت انتخاب ۵ و ۱۰ درصد نیز با استفاده از فرمول‌های زیر و به کمک نرم‌افزار EXcell انجام گرفت (Pistorale et al., 2008):

$$CVe = \frac{\sqrt{\delta^2 e}}{\bar{x}} \times 100$$

$$CVg = \frac{\sqrt{\delta g^2}}{\bar{x}} \times 100 \qquad CVp = \frac{\sqrt{\delta p^2}}{\bar{x}} \times 100$$

$$h^2 = \frac{\delta^2 g}{\delta^2 p} \qquad GA = Kh^2 \delta p$$

در فرمول‌های فوق δ_G^2 واریانس ژنتیکی، δ_p^2 واریانس فنوتیپی، δ_e^2 واریانس محیطی و CV_G، CVe، CVp، به ترتیب ضرائب تنوع ژنتیکی، محیطی و فنوتیپی، h^2 توارث‌پذیری عمومی، GA بازده ژنتیکی، δ_p انحراف معیار فنوتیپی و K دیفرانسیل گزینش استاندارد شده می‌باشد. مقدار K برای ۵ و ۱۰ درصد گزینش به ترتیب ۲/۰۶۵ و ۱/۷۵۵ می‌باشد. همبستگی فنوتیپی صفات، رگرسیون مرحله‌ای، تجزیه کلاستر با استفاده از الگوریتم WARD و تجزیه به مولفه‌های اصلی نیز با استفاده از میانگین صفات و بر اساس نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ انجام گرفت (SAS institute, 2005).

نتایج و بحث

نتایج آمار توصیفی (جدول ۲) نشان داد که از نظر درصد قند رقم شوگر بی‌بی بیشترین درصد قند را به خود اختصاص داده، از نظر صفت وزن میوه توده شماره ۳۵، از نظر وزن بذر توده شماره ۱ با ۵۱ گرم و برای صفات تعداد میوه، طول میوه، عرض میوه، طول بوته و عملکرد به ترتیب توده‌های شماره ۲۱، ۱۹، ۲۱، ۲۳ و ۲۱ بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند. بین رقم‌ها و توده‌ها از نظر صفات طول میوه، عرض میوه، درصد قند و عملکرد اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده شد (جدول۳). بنابراین می‌توان گفت این صفات نقش تعیین‌کننده‌ای در ایجاد تنوع بین توده‌های مورد بررسی داشته‌اند. از ضرائب تنوع ژنتیکی، محیطی و فنوتیپی برای تعیین وجود یا عدم وجود تنوع استفاده می‌شود. مقایسه این ضرائب تاثیر عوامل محیطی را بر روی صفت مورد بررسی نشان می‌دهد. در مورد همه صفات، ضریب تنوع فنوتیپی از ضریب تنوع ژنتیکی بیشتر بود (جدول۴)، که نشان‌دهنده تاثیر عوامل محیطی بر صفات مورد بررسی بود (به جز صفت وزن بذر که ضریب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی تقریبا معادل هم بودند). نسبت تنوع ژنوتیپی به محیطی در همه صفات به جز صفت وزن بذر پایین بود. هر چه نسبت تنوع ژنوتیپی به محیطی زیاد باشد، بازدهی انتخاب بیشتر بوده و بهتر می‌توان ژنوتیپ‌های مطلوب را از نامطلوب تشخیص داد. توارث‌پذیری عمومی صفات نیز برآورد شد. مطابق با نظریه Stansfield (1991) 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 صفت وزن بذر بیشترین توارث‌پذیری را، صفات

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲- آمار توصیفی صفات مورد بررسی در توده‌ها و ارقام هندوانه

صفت	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
درصد قند	۵۶	۳/۷۵	۸/۵	۶/۱۴	۰/۹۹
وزن میوه (گرم)	۵۶	۱۱۵۰	۵۱۵۰	۲۷۳۷/۲۷	۸۸۳/۵
وزن بذر (گرم)	۵۶	۲۰/۵	۵۱	۳۰/۷۳	۵/۶۷
تعداد میوه	۵۶	۱	۲/۵	۱/۶۲	۰/۳۹
طول میوه (سانتیمتر)	۵۶	۱۲	۲۷/۵	۱۹/۰۷	۳/۹۴
عرض میوه (سانتیمتر)	۵۶	۱۰/۲۵	۲۲	۱۵/۳۴	۲/۷۶
طول بوته (سانتیمتر)	۵۶	۱۴۶	۳۲۵	۲۳۰/۲۲	۴۲/۹۸
عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۵۶	۸۲۵۰	۳۹۴۰۰	۲۱۱۱۰	۷۱۴۶/۴۴

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در توده‌ها و رقم‌های هندوانه

منبع تغییر	درجه آزادی	تعداد میوه	طول میوه (سانتیمتر)	عرض میوه (سانتیمتر)	درصد قند (درصد)	طول بوته (سانتیمتر)	وزن میوه (گرم)	وزن بذر (گرم)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
تکرار	۱	۱/۷۵	۱۱۶/۰۳	۵۵/۰۲	۸/۸۵	۳۹۱۵	۶۱۸۰۵۷/۵	۵۹۴/۳۲	۴۱۹۲۷۵۸۰۳
بلوک تصحیح شده در تکرار (Eb)	۱۴	۰/۵۶	۴۹/۳۹	۲۲/۴۵	۱/۴۹	۳۸۴۰	۱۷۱۸۲۰۲	۸۸/۸۹	۶۰۳۳۸۲۸۸
تیمار تصحیح نشده	۵۵	۰/۸۵	۲۴/۱۸*	۱۲/۹۹**	۱/۶۱*	۳۹۵۴	۱۳۴۶۰۰۰	۸۱/۹۶	۹۸۴۹۱۳۷۵*
خطای داخل بلوک (Ee)	۴۱	۰/۴۶	۱۱/۸۹	۷/۱۶	۰/۸۹	۲۵۳۰	۱۲۸۹۶۶۵	۷۰/۳۴	۵۲۱۹۹۱۰۱

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

جدول۴- مقادیر ضریب تنوع ژنوتیپی، فنوتیپی، محیطی، نسبت ضریب تنوع ژنوتیپی به محیطی، توارث‌پذیری عمومی و بازده ژنتیکی در صفات مورد بررسی توده‌ها و رقم‌های هندوانه

صفت	CV_G	CV_{Ph}	CV_E	h^2_{bc}	CV_G/CV_E	G_A(k=0.05)	G_A(k=10%)
تعداد میوه	۷/۱۹۱	۱۳/۱۸۱	۱۱/۰۴	۰/۲۹۷	۰/۶۵۱	۰/۶۳۸	۰/۴۲۷
طول میوه (سانتی‌متر)	۰/۰۹۰۵	۰/۱۵۵	۰/۱۲۵	۰/۳۴	۰/۷۱۸	۳/۸۳۴	۲/۵۶
عرض میوه (سانتی‌متر)	۵/۵۵	۱۰/۳۲۹	۸/۷۰۷	۰/۲۸۹	۰/۶۳۸	۲/۴۳۳	۱/۶۳
درصد قند (درصد)	۳۷/۰۳	۶۹/۰۱	۵۸/۲۳	۰/۲۸۸	۰/۶۳۵	۰/۸۵۳	۰/۵۷۱
طول بوته (سانتی‌متر)	۱۳۹/۹۲	۲۹۸/۵۷	۲۶۳/۷۶	۰/۲۱۹	۰/۵۳۰	۳۳/۱۳۷	۲۲/۱۹
وزن میوه (گرم)	۱۰۹۴/۰۷	۷۴۸۳/۵	۷۴۰۳/۰۹	۰/۰۲۱۳	۰/۱۴۷	۶۵/۰۲۲	۴۳/۵۵
وزن بذر (گرم)	۲۷/۶۸	۲۷/۹۲۵	۳/۶۴۲	۰/۹۸۲	۷/۵۹	۱۶۷/۴۶	۱۱۲/۱۷
عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۲۲/۷۹	۴۱/۱۱۸	۳۴/۲۲	۰/۳۰۷	۰/۶۶۵	۷۰۶۶/۳۷	۴۷۳۲/۱۳۶

تعداد میوه، طول میوه، عرض میوه، درصد قند، طول بوته و عملکرد دارای توارث‌پذیری متوسط و صفت وزن میوه دارای توارث‌پذیری پایین بود. با توجه به توارث‌پذیری بالای صفت وزن بذر 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، بنابراین با توجه به توارث‌پذیری متوسط و پایین، برای اصلاح این صفات باید از روش‌های گزینش بر اساس ژنوتیپ صورت می‌گیرد، استفاده نمود. میزان بازده ژنتیکی مورد انتظار برای شدت انتخاب ۵ و ۱۰ درصد محاسبه و به ترتیب صفت عملکرد، وزن بذر، وزن میوه و طول میوه بیشترین بازده ژنتیکی مورد انتظار و صفات تعداد میوه و درصد قند به ترتیب کمترین بازده ژنتیکی مورد انتظار را دارا بودند. نتایج حاصل از همبستگی فنوتیپی بین صفات (جدول ۵) نشان داد که بین عملکرد و وزن میوه، طول میوه و عرض میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد. در مطالعه‌ای که توسط Gichimu et al. (2008) بر روی سه رقم تجاری به نام‌های ‘Crimson Sweet’، ‘Sugarbaby’، ‘Charleston Gray’ و توده‌های

Archive of SID

www.SID.ir

محلی کنیا انجام شد، تنوع معنی‌داری از نظر صفات مورد بررسی در رقم‌های و توده‌ها وجود داشته، همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد میوه و عملکرد وجود داشت. از بین صفات مورد بررسی به منظور افزایش کارآیی انتخاب از طریق گزینش تعداد کمی صفت به عنوان شاخص انتخاب و در برنامه‌های اصلاحی و تعیین اجزای موثر در تغییرات عملکرد میوه توده‌های جمع‌آوری شده از رگرسیون گام به گام استفاده شد. نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام (جدول۶) نشان داد که صفت عرض میوه به تنهایی ۶۶ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نموده و اولین صفتی بود که وارد مدل گردید. صفت بعدی وزن میوه بود که به همراه صفت عرض میوه در مجموع ۷۳ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کرد. بقیه تغییرات (۲۳ درصد) توسط سایر صفات توجیه شده که وارد مدل نشدند. نتایج حاصل از رگرسیون مرحله‌ای با نتایج حاصل از ضرائب همبستگی مطابقت داشت، زیرا دو صفتی که وارد مدل شدند (عرض و وزن میوه) همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد نشان دادند.

یکی از مسائلی که در رگرسیون گام به گام گاهی بروز می‌کند، وابستگی خطی بین متغیرهای مستقل و هم‌راستایی است. بدین مفهوم که ممکن است صفات انعکاس‌دهنده یا در برگیرنده اعمال یکسانی بوده و یا ممکن است تحت کنترل ژنتیکی مشابهی باشند، لذا به منظور انجام موثرترین نوع انتخاب، صفاتی با اعمال متفاوت گزینش می‌شوند. نوسان بین صفات، نشان‌دهنده وجود یا عدم وجود همبستگی داخلی بین صفات است. هر چه نوسان بیشتر باشد همبستگی داخلی بین صفات زیاد بوده که معمولاً برای اجتناب از خطای اریب ناشی از همبستگی داخلی بین صفات، بهتر است از رگرسیون گام به گام به همراه تجزیه به مولفه‌های اصلی استفاده شود (Farshadfar, 1994). بر اساس جدول ۷ صفات عرض میوه و وزن میوه کمترین همبستگی داخلی را با دیگر صفات داشته و این دو، صفاتی بودند که همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد نشان دادند و صفات طول بوته، وزن بذر و درصد قند بیشترین همبستگی داخلی را با دیگر صفات داشتند. نتایج حاصل از گروه‌بندی توده‌ها با توجه به تجزیه کلاستر (شکل۱) بر اساس مولفه‌های اصلی کلیه توده‌ها به سه گروه تفکیک شدند. گروه اول شامل توده‌های شماره ۱۷، ۲۰، ۵۴، ۴۱، ۲۵، ۳، ۵۳، ۴۳، ۴۰، ۵۲، ۲۲، ۲۸، ۳۱، ۴۵، ۳۳، ۵۵، ۳۶، ۲۶، ۳۹، ۵۶، ۱۹، ۲۹، ۳۷، ۵۰ و در گروه دوم توده‌های شماره ۲۳، ۳۰، ۳۲، ۴۷، ۳۴، ۴۸، ۴۹، ۴۲، ۴۶، ۲۱۲ و در گروه سوم توده‌های شماره ۵، ۱۰، ۸، ۳۸، ۲، ۷، ۱۶، ۱۲، ۲۷، ۵۱، ۱، ۱۴، ۱۳، ۳۵، ۴، ۱۵، ۲۴، ۴، ۴، ۶، ۱۱، ۹ قرار گرفتند. یکی از ساده‌ترین روش‌های چند متغیره، تجزیه به مولفه‌های اصلی است که در کشاورزی برای تشریح تنوع ژنتیکی و تعیین سهم هر صفت از تنوع کل، گروه‌بندی بر اساس صفات مشابه و تعداد اندکی از مولفه‌های اصلی به کار می‌رود.

جدول ۵- ضرائب همبستگی ساده صفات مورد بررسی در توده‌ها و ارقام هندوانه

صفت	طول بوته	وزن میوه	وزن بذر	تعداد میوه	طول میوه	عرض میوه	درصدقند	عملکرد
طول بوته	۱							
وزن میوه	۰/۰۷	۱						
وزن بذر	-۰/۲۱	۰/۰۵	۱					
تعداد میوه	-۰/۲۳	۰/۰۴	۰/۱۹	۱				
طول میوه	-۰/۰۱	۰/۳۴**	۰/۰۳	۰/۲	۱			
عرض میوه	۰/۰۰۸	۰/۳۷**	-۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۴۳**	۱		
درصد قند	-۰/۱۷	۰/۰۸۳	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۲۶*	۰/۲۶*	۱	
عملکرد	۰/۰۹	۰/۷۷**	-۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۴۳**	۰/۸۱**	۰/۱۲	۱

*و** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول۶- نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام صفات مورد بررسی در توده‌ها و ارقام هندوانه

صفات	F	C (P)	R^2	ترتیب وارد شدن در مدل
عرض میوه	۲۶/۴۷**	۱۱/۶۹	۰/۶۶۵	۱
وزن میوه	۱۳/۰۷**	۱/۱۰۳	۰/۷۳۲	۲

Archive of SID

www.SID.ir

(Ahmadzadeh et al., 1996). در این مطالعه، تنوع ژنتیکی برای ۸ صفت مورد بررسی در ۵۳ توده جمع‌آوری شده از منطقه سیستان مورد بررسی قرار گرفت. Naroui Rad et al. (2009) با انجام تجزیه کلاستر توده‌های خربزه منطقه سیستان کلیه ژنوتیپ‌ها را در دو گروه مجزا تقسیم‌بندی نمود. بردارهای مشخصه، ریشه‌های مشخصه، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر مولفه و کل واریانس توجیه شده در جدول ۸ آمده است.

جدول ۷- نوسان و ضرائب رگرسیون صفات موثر در عملکرد توده‌ها و ارقام هندوانه مورد مطالعه

صفات	نوسان	ضرایب رگرسیون
عرض از مبدا	-	-۸۷۱۱/۱۸
طول بوته (سانتی متر)	۰/۸۶۹	۶/۲۱
وزن میوه (گرم)	۰/۴۲۷	۲/۷۳
وزن بذر (گرم)	۰/۸۸۰	۱۸/۸۰
تعداد میوه	۰/۸۶۹	-۱۱۵۹/۲۲
طول میوه (سانتی متر)	۰/۷۵۴	۱۹۲/۸۶
عرض میوه (سانتی متر)	۰/۳۷۹	۱۴۲۵/۹۵
درصد قند (درصد)	۰/۸۳۸	-۵۴۴/۲۱

Y= -۸۷۱۱/۱۸+ 6/21 (طول بوته) + 2/73 (وزن میوه) + 18/80 (وزن بذر) - 1159/22 (تعداد میوه) + 192/86 (طول میوه) + 1425/95 - (عرض میوه) 544/21 (درصد قند)

Y: متغیر تابع (عملکرد)

جدول ۸- بردارهای مشخصه، ریشه‌های مشخصه، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر مولفه و کل واریانس توجیه شده در صفات مورد بررسی در توده‌ها و ارقام هندوانه

صفات	مولفه اول	مولفه دوم	مولفه سوم
طول بوته (سانتی متر)	۰/۰۱۴۸	-۰/۵۹۷	۰/۱۲۵
وزن میوه (گرم)	۰/۵	-۰/۱۱۲	۰/۲۳۹
وزن بذر (گرم)	۰/۰۰۴۱	۰/۴۸	۰/۴۵۹
تعداد میوه	۰/۰۹۳۵	۰/۵۱۷	۰/۲۷۹
طول میوه (سانتی متر)	۰/۳۷	۰.۱۷۱	-۰/۱۷۶
عرض میوه (سانتی متر)	۰/۵۳۶	-۰/۰۴۸	-۰/۰۲۵۸
درصد قند (درصد)	۰/۱۸۳	۰/۲۸۱	-۰/۷۶۷
عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۰/۵۳۱	-۰/۱۳۹	۰/۱۳۱
نسبت واریانس توجیه شده	۰/۳۶۲	۰/۱۸۸	۰/۱۲۸
واریانس تجمعی	۰/۳۶۲	۰/۵۵۱	۰/۶۷۹
ریشه‌های مشخصه	۲/۹۰	۱/۵۰۸	۱/۰۲۴

با توجه به این که ۳ مولفه اول ریشه مشخصه آنها بیش از یک شد در نتیجه از سه مولفه اول که چیزی حدود ۶۸ درصد تنوع را توجیه می‌نمودند جهت بررسی استفاده گردید. حداکثر تنوع توسط مولفه اول ۳۶ درصد، ۱۹ درصد تنوع توسط مولفه دوم و ۱۳ درصد مربوط به مولفه سوم بود. در مولفه اول، اهمیت و سهم صفات در توجیه تنوع ژنتیکی، مربوط به صفت عرض میوه (۵۴ درصد)، عملکرد (۵۳ درصد)، وزن میوه (۵۰ درصد)، طول میوه (۳۷ درصد) بود. در مولفه دوم صفت تعداد میوه (۵۲ درصد)، وزن بذر (۴۸ درصد) و درصد قند (۲۸ درصد) در جهت مثبت، و صفات طول بوته (۵۹- درصد)، وزن میوه (۱۱- درصد) و عملکرد (۱۳- درصد) در جهت منفی بیشترین تاثیر را در توجیه تنوع ژنتیکی دارا بودند. بنابراین در مولفه اول صفات وزن میوه، عرض میوه، طول میوه و عملکرد متغیرهای قوی در توجیه تنوع ژنتیکی و در مولفه دوم وزن بذر و تعداد میوه متغیرهای قوی در توجیه تنوع ژنتیکی می‌باشند.

این نتایج با نتایج به دست آمده توسط Huhl et al. (2008) در مطالعه صفات کمی در توده‌های جمع‌آوری شده از کره و ترکیه مطابقت داشت. در این مطالعه سه مولفه اول به ترتیب ۳۵، ۲۶ و ۱۲ درصد از تنوع کل را توجیه نموده و صفات وزن، طول و عرض میوه در مولفه اول از اهمیت نسبی بیشتری برخوردار بود. در مطالعه دیگری که توسط Bernard et al. (2009) بر روی رقم‌های تجاری هندوانه کنیا، یک رقم تجاری وارداتی از امریکا، یک رقم بومی و یک رقم وحشی از کنیا انجام شده بود، دو مولفه اول به ترتیب ۶۸ و ۲۹ درصد از تنوع کل را توجیه کرده و در توجیه تنوع ژنتیکی توسط مولفه اول، تمام صفات کمی (میانگین طول ساقه، تعداد شاخه فرعی، تعداد میوه، وزن میوه، ضخامت پوست و تعداد بذر) به استثنای وزن میوه دخالت داشته، در حالی که در مولفه دوم صفت وزن میوه بیشترین تاثیر را در توجیه تنوع ژنتیکی دارا بود. در این مطالعه تنوع فنوتیپی توده‌های جمع‌آوری شده از منطقه سیستان با رقم‌های تجاری شوگر بی‌بی و فرفاکس مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که توده‌های جمع‌آوری شده از منطقه سیستان از نظر صفات مورد بررسی از تنوع خوبی برخوردار هستند، اگرچه رقم‌های تجاری نسبت به توده‌های بومی از نظر کیفیت و بازارپسندی در سطح بالاتری قرار دارند، لیکن توده‌های بومی منبع غنی تنوع می‌باشند. در مطالعه‌ای که توسط Elbekkayl et al. (2008) بر روی رقم‌های تجاری خربزه و ۲۱ رقم بومی انجام گرفته بود، رقم‌های محلی تنوع بیشتری نسبت به رقم‌های تجاری نشان دادند.

Archive of SID

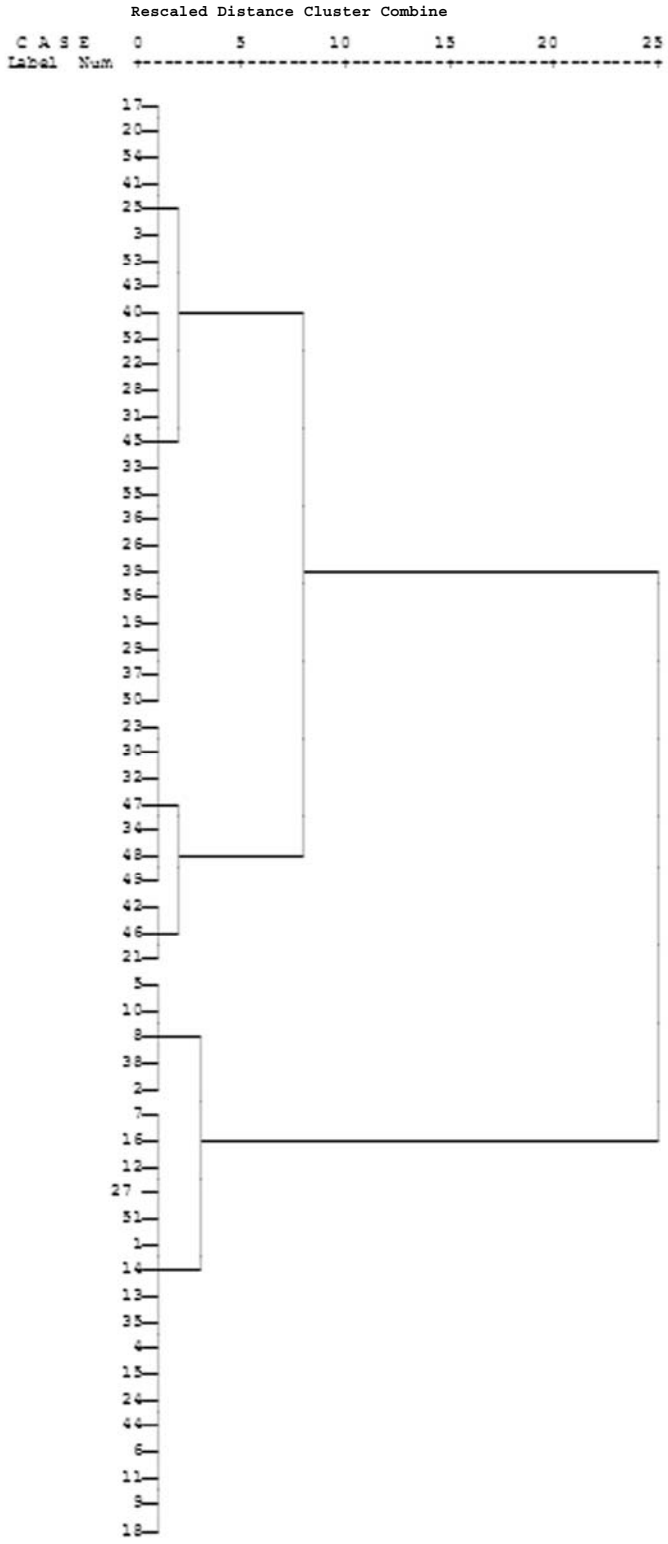
www.SID.ir

جدول ۹- مقادیر محاسبه شده هر مولفه به تفکیک برای هر ژنوتیپ

ژنوتیپ	COMP1	COMP2	COMP3
۱	۸۰۰۰	-۲۱۴۴	۲۳۴۴
۲	۲۵۴۳	-۱۸۵۶	۱۹۲۰
۳	۱۱۶۹۴	-۳۱۳۶	۳۲۳۲
۴	۹۳۶۱	-۲۵۴۴	۲۶۴۸
۵	۶۶۷۸	-۱۸۰۸	۱۸۸۰
۶	۱۰۰۷۲	-۲۶۷۲	۲۸۰۰
۷	۸۵۶۳	-۲۳۰۴	۲۳۵۲
۸	۴۹۷۰	-۱۳۶۸	۱۳۸۴
۹	۱۰۷۰۱	-۲۸۴۰	۲۸۲۴
۱۰	۶۴۲۵	-۱۷۳۶	۱۷۶۰
۱۱	۱۰۲۲۴	-۲۷۲۰	۲۷۹۲
۱۲	۸۳۲۸	-۲۲۱۶	۲۲۸۰
۱۳	۹۵۶۵	-۲۵۲۸	۲۶۰۸
۱۴	۷۶۳۸	-۲۰۵۶	۲۲۰۰
۱۵	۹۲۵۲	-۲۵۲۰	۲۵۳۶
۱۶	۸۸۰۱	-۲۳۶۸	۲۴۰۸
۱۷	۱۲۳۶۵	-۳۳۱۲	۳۳۷۶
۱۸	۱۰۴۳۹	-۲۷۹۲	۲۸۴۸
۱۹	۱۴۷۴۱	-۳۸۷۲	۴۰۱۶
۲۰	۱۲۳۶۴	-۳۲۸۰	۳۳۷۶
۲۱	۲۳۴۶۴	-۶۱۳۶	۶۴۰۰
۲۲	۱۳۷۹۱	-۳۶۳۲	۳۷۶۰
۲۳	۱۸۲۰۸	-۴۷۶۰	۵۰۰۸
۲۴	۱۰۹۴۰	-۲۸۹۶	۲۹۸۴
۲۵	۱۲۱۲۸	-۳۲۳۲	۳۳۱۲
۲۶	۱۵۱۶۴	-۴۰۲۴	۴۱۲۸
۲۷	۸۳۰۲	-۲۲۴۰	۲۲۷۲
۲۸	۱۳۵۰۱	-۳۵۶۰	۳۶۷۲
۲۹	۱۴۸۵۲	-۳۸۹۶	۴۱۲۸
۳۰	۱۸۱۳۴	-۴۷۴۴	۵۰۷۲
۳۱	۱۳۳۱۴	-۳۵۲۸	۳۶۳۲
۳۲	۱۷۹۹۲	-۴۷۰۴	۵۰۵۶
۳۳	۱۵۴۵۵	-۴۱۳۶	۴۲۱۶
۳۴	۱۶۸۷۸	-۴۴۸۸	۴۶۰۸
۳۵	۹۵۱۶	-۲۵۶۸	۲۶۰۰
۳۶	۱۵۹۲۸	-۴۲۶۴	۴۳۵۲
۳۷	۱۴۵۸۳	-۳۸۹۶	۳۹۸۴
۳۸	۵۵۱۶	-۱۵۷۶	۱۵۹۲
۳۹	۱۵۱۵۱	-۴۰۱۶	۴۰۷۲
۴۰	۱۴۰۲۷	-۳۷۱۲	۳۸۲۴
۴۱	۱۲۳۰۹	-۳۲۸۰	۳۳۸۴
۴۲	۲۰۴۶۰	-۵۳۷۶	۵۴۹۶
۴۳	۱۱۳۹۲	-۳۰۵۶	۳۲۰۸
۴۴	۱۱۰۲۷	-۲۵۷۶	۲۹۹۲
۴۵	۱۳۳۷۲	-۲۹۸۴	۳۶۵۶
۴۶	۲۲۰۵۰	-۳۶۰۸	۵۹۰۴
۴۷	۱۷۹۱۲	-۴۷۲۸	۴۸۴۸
۴۸	۱۶۶۳۸	-۴۴۱۶	۴۵۳۶
۴۹	۱۷۴۴۹	-۴۶۵۶	۴۵۸۴
۵۰	۱۴۳۵۱	-۳۸۱۶	۳۸۸۸
۵۱	۸۲۵۲	-۲۲۱۶	۲۴۴۸
۵۲	۱۴۰۷۶	-۳۷۳۶	۳۷۴۴
۵۳	۱۱۸۵۹	-۳۲۰۰	۳۲۵۶
۵۴	۱۲۳۳۳	-۳۳۲۸	۳۳۸۴
۵۵	۱۵۵۶۱	-۴۱۲۰	۴۲۳۲
۵۶	۱۵۰۰۴	-۳۹۷۶	۴۰۸۰

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- دندروگرام تجزیه کلاستر بر مبنای تجزیه به مولفه‌های اصلی

REFERENCES

1. Ahmadzadeh, A., Dadashi, M. & Fathi, S. (2006). Analaysis of correlation between yield and and some agronomic characteristics of spring wheat, under drought and normal condition. In: Proceedings of *the 9th Agronomy and Plant Breeding Congress. Abstract*- Tehran University.27-29Aug.P.489. (In Farsi).
2. Bernard, M. G., Barack, O. O., Gideon, N. M. & Mathews, M. D. (2009). Morphological characterization of some wild and cultivated watermelon (*Citrullus* sp.) accessions in Kenya. ARPN

www.SID.ir

Journal of Agricultural and Biological Science. pp. 10-17.
3. Bisognin, D. A.(2002). Origin and Evolution of Cultivated Cucurbits. Ciência Rural, *Santa Maria*. 32(5), 715-723.
4. Elbekkayl, M., Hamza, H., Haddad, M., Ferchichi, A. & Kik, C. (2008). Genetic erosion in melon (*Cucumis melo*): A case study from Tunisia. Cucurbitaceae 2008. In: Proceedings of *the IXth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of Cucurbitaceae* (Pitrat M, ed). pp. 295-300.
5. Farshadfar, E. (1994). *Principals and methods of multivariate statistic*. Taghe bostan press. (In Farsi).
6. Gichimu, B., Owuor, M. & Dida, M. M. (2008). Agronomic performance of three most popular commercial watermelon cultivars in Kenya as compared to one newly introduced cultivar and one local landrace grown on dystric nitisols under sub humid tropical conditions. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 3(5), 65-71.
7. Huhl, Y. C., Solmaz, N. & Iand, S. (2008). Morphological characterization of Korean and Turkish watermelon germplasm. Cucurbitaceae. In: Proceedings of *the IXth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of Cucurbitaceae (Pitrat M, ed), INRA, Avignon* (France), 327-334.
8. Levi, A., Thomas, C. E., Wehner, T. C. & Zhang, X. (2001b). Low Genetic Diversity Indicates the Need to Broaden the Genetic Base of Cultivated Watermelon. *Journal of American Society Horticulturae Science*, 36(6), 1096-1101.
9. Naroui Rad, M. R., Shirazi, M. A. & Pahlevanravi, A. (2009). Agronomic evaluation of melon genotypes of sistan region. *Iranian Journal of Horticultural Sciences*, 40(2), 53-59.
10. Robertson, H. (2004). *Citrullus lanatus* (Watermelon, Tsamma). Museums Online South Africa. Iziko Museums of Cape Town Online Publication.
11. SAS, Institute. (2005). SAS Users Guide; SAS/STAT, Version 9. 1. SAS Inst. Inc., Cary (NC, USA).
12. Stansfield, W. D. (1991). *Theory and Problems in Genetics*. McGraw-Hill.
13. Pistorale, S. M, Abbott, L. A. & Adriana, A. (2008). Genetic diversity and broad sense heritability in tall wheatgrass (*Thinopyrum ponticum*). *Ciencia e Investigación Agraria*, 35(3), 213-218.

Archive of SID

www.SID.ir