مقاله پژوهشی

ارزیابی تنوع و کارآیی جذب عناصر پرمصرف و ریزمغذی در برخی ارقام انگور (*Vitis vinifera* L.)

رسول مولایی[۱]، امراله نبی‌گل[۲]* و مهدی طاهری[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۹/۱۳- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۴)

چکیده

ارزش اقتصادی بسیار بالای انگور (*Vitis vinifera* L.) سبب شده تا متخصصین کشاورزی در پی راهکارهای متعددی برای افزایش تولید و بهره‌وری باشند. بدین منظور کارایی جذب برخی عناصر ماکرو و میکرو در ۲۰ رقم انگور داخلی و خارجی در سال ۱۳۹۹ در شهرستان ابهر واقع در استان زنجان انجام شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین ارقام مورد مطالعه از نظر وزن خوشه، جذب عناصر غذایی ازت، فسفر، پتاس و نیز ریزمغذی‌ها در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. وجود تنوع بالا برای صفت وزن خوشه و توانایی جذب عناصر ماکرو و میکرو می‌تواند کارایی انتخاب جهت اصلاح این صفات را افزایش دهد. نتایج تجزیه همبستگی نشان داد بین میزان جذب ازت با فسفر، مس و پتاسیم همبستگی مثبت معنی‌داری در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ وجود داشت. به طوریکه ارقام با میزان جذب ازت بالا، دارای جذب بالا برای فسفر، پتاسیم و مس نیز بودند. نتایج تجزیه خوشه‌ایی وجود قرابت خویشاوندی را در بین ارقام با خاستگاه‌های مختلف را نشان داد. به‌طوری‌که رقم ترکمن ۴ با رقم عسگری سفید و رقم رشه مریوان با رقم فرانسوی خویشاوندی بسیار نزدیکی نشان دادند و در یک گروه جای گرفتند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که از ارقام روبی‌سیدلس، دو رقم عسگری قرمز و شصت‌عروس و بی‌دانه قرمز به‌ترتیب می‌توان در پروژه‌های به‌نژادی برای اصلاح ارقام با کارای بالای جذب عناصر منیزیوم، کلسیم و روی استفاده نمود.

کلمات کلیدی: انگور، ریزمغذی، عناصر ماکرو، وراثت‌پذیری

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، واحد ابهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ابهر، ایران.

۲- استادیار گروه علوم باغبانی، واحد ابهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ابهر، ایران.

۳- استادیار مرکز آموزش و تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان، زنجان، ایران.

* پست الکترونیک: am.nabigol@iau.ac.ir

مقدمه

انگور (*Vitis vinifera* L.) یکی از مهمترین میوه‌هایی است که کشت و تولید آن از سابقه بسیار طولانی برخوردار است و به‌مدت هزاران سال است که با زندگی بشر در آمیخته است. شواهد باستان‌شناسی نشان می‌دهد کـه اهلی‌سازی انگور در حدود ۶۰۰۰ تا ۸۰۰۰ سال پیش در ناحیه‌ای بین دریای سیاه و ایران آغاز شده است که امروزه ماورای قفقاز[1] نامیده می‌شود (زوهاری[2] و همکاران، ۱۹۹۳). همه انگورهـای خوراکی به جنس *Vitis* (مو) و به خانواده مو Vitaceae تعلق دارند. این خانواده دارای ۱۱ جنس شناخته شـده و حـدود ۵۰۰۰-۶۰۰۰ واریته می‌باشد (تاسی[3]، ۲۰۱۰). در میان آنها جنس *Vitis* مهمترین و تنها جنسی است که میوه خوراکی دارد و دارای ۶۰ گونـه و ۱۰۰۰۰ رقم نامگذاری شده است (کریمی، ۱۳۸۸).

سهم ایران در تولید جهانی انگور در سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۲ به‌ترتیب ۱۹۴۵۹۳۰ و ۱۴۱۷۹۴۴ تن بود که به‌ترتیب رتبه ۱۱ و ۱۲ جهانی را در آن سال‌ها به‌دست آورد (فائو[4]، ۲۰۲۲). ارزش اقتصادی ایـن محصول، موجـب شده است که متخصصین کشاورزی در پی راهکارهای متعددی برای افزایش تولید و بهره‌وری از آن باشند. بدین منظـور بررسی تنوع ژنتیکی در برنامه‌های به‌نژادی از اولویت ویژه برخوردار بوده و پایه و اساس کـار می‌باشد (افتخاری و همکاران، ۱۳۸۹). ارزیابی تنوع ژنتیکی بر مبنای صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و زراعی می‌تواند بـرای سازمان دهی ژرم‌پلاسم، گزینش والدین مناسب برای دورگ‌گیری و تولید جمعیت‌های در حال تفرق سـودمند باشـد (قبادی و همکاران، ۱۳۸۷). هاشم‌زهی و همکـاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای جهت بررسی تنوع ژنتیکی ۲۰ رقـم انگـور زودرس داخلی و خارجی بر اساس صفات مورفولوژیک، تنوع بالایی را بین ارقام از لحاظ صفات مورد مطالعه مشـاهده کردند.

بر اساس گزارشات قبلی، در جهان مقادیر مختلف کودهای ازت، فسفر، پتاس و ریزمغذی‌ها در بهبود عملکرد و کیفیت انگورها استفاده می‌شوند (جیمس[5]، ۲۰۲۲). حفظ تعادل بین رشد رویشی و زایشی یکی از سخت‌ترین چالش‌ها در مدیریت هر تاکستان می‌باشد. عدم تعادل در محتوای مواد مغذی کودها می‌تواند منجر به عدم تعادل در رشد رویشی و تولید میوه شود (روبینسون[6]، ۱۹۹۲؛ کریستنسن[7] و همکاران، ۱۹۹۴). خلیل[8] و همکاران (۲۰۲۱) در تحقیقی مقادیر مناسب کودهای ماکرو و میکرو را برای منطقه جامو و کشمیر در هند اعلام نمودند به‌طوری‌که مقادیر FYM ۵۰ گرم در هر تاک + دوبار NPK به‌ترتیب ۵۵۵، ۲۲۷، ۴۷۰ گرم در هر تاک و سولوبار (Solubar) ۰/۱٪ بهترین نتیجه را در افزایش کمی و کیفی محصول انگور داشت.

مواد غذایی خاک نقش مهمی را در بهره‌وری و کیفیت انگور بازی می‌کنند که نیاز استفاده گیاه به کودها را سبب می‌شوند. مهمترین مواد غذایی برای انگور ازت، فسفر و پتاسیم می‌باشند و از دیگر عناصر می‌توان به کربن، کلر، گوگرد، منیزیم، بور، روی، منگنز، مس، آهن، کلسیم، سیلیکون و مولیبدن اشاره کرد که در رشد فیزیولوژی، عملکرد و کیفیت محصول نقش دارند (برونتو[9] و همکاران، ۲۰۱۵). کودهای دامی در مقایسه با کودهای شیمیایی اثر معنی‌داری بر روی عملکرد محصول انگور ندارند (ماهیندا[10] و همکاران، ۲۰۱۸). نیمیک[11] و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که کاربرد کود ازت سبب افزایش عملکرد محصول انگور می‌شود. در مطالعه‌ای دیگر به زیان‌های مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی به‌ویژه ازت اشاره شد که سبب تجمع نیتریت‌ها در برگ‌ها و حبه‌های انگور می‌شود و استفاده درازمدت و کنترل‌نشده کودهای شیمیایی منجر به آلودگی آب و خاک می‌گردد همچنین زوال ساختار خاک را به‌همراه دارد (خلیفه‌زاده‌کوره[12] و همکاران، ۲۰۱۹).

درشت‌مغذی‌ها (فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم) و ریز مغذی‌ها (منگنز، آهن، مس، روی و بور) نقش حیاتی را نه تنها در فیزیولوژی عمومی انگور بلکه در کیفیت محصول ایفا می‌کنند (کرسپی[13]، ۲۰۱۰). در تحقیقی نشان داده شد که کاربرد ریزمغذی‌های آهن، بور، منیزیم و اوره به‌صورت محلول‌پاشی برگی، عملکرد و کیفیت میوه را بهبود می‌بخشد (سینگ و یوشا[14]، ۲۰۰۲). به‌طورکلی، کمبود مواد

1. Transcaucasia
2. Zohary
3. Tassie
4. FAO
5. James
6. Robinson
7. Christensen
8. Khalil
9. Brunetto
10. Mahinda
11. Niemiec
12. Khalifezadeh Koureh
13. Crespy
14. Singh and Usha

مغذی در انگور منجر به کاهش عملکرد و کیفیت محصول می‌شود (کومار[1] و همکاران، ۲۰۱۵؛ میشا[2] و همکاران، ۲۰۱۶). بنابراین برای دستیابی به‌بهره‌وری بالا بایستی غلظت مناسب موادمغذی و مدیریت ریزمغذی‌ها را اعمال کرد.

هدف از پژوهش حاضر، بررسی تنوع ژنتیکی برخی ارقام انگور و تعیین بهترین رقم با کارایی جذب عناصر برای پیشبرد برنامه‌های به‌نژادی آینده است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از ۲۰ رقم انگور (*Vitis vinifera* L.) شامل ۱۴ رقم ایرانی و ۶ رقم آمریکایی، اروپایی و آسیایی موجود در کلکسیون ارقام انگور جهاد کشاورزی شهرستان ابهر استفاده شد (جدول ۱).

این پژوهش در سال ۱۳۹۹ در شهرستان ابهر با مشخصات جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه عرض شمالی واقع در استان زنجان انجام شد.

جدول ۱- مشخصات ارقام انگور استفاده شده در پژوهش

نام	گونه‌ها	منشاء	بذر	رنگ پوست	رنگ میوه	نوع رسیدن
Flame	*Vitis vinifera*	آمریکا	ندارد	رنگی	بی‌رنگ	زودرس
Perlette		آمریکا	ندارد	سفید	بی‌رنگ	زودرس
Peikany Shahani		ایران	دارد	رنگی	سفید/قرمز	زودرس/حدواسط
Buvanati		ایران	ندارد	سفید	بی‌رنگ	حدواسط
Bidaneh Sefid		ایران-افغانستان	ندارد	سفید	بی‌رنگ	حدواسط
Bidaneh Ghermez		ایران	ندارد	رنگی	بی‌رنگ	حدواسط
Asgari Sefid		ایران	ندارد	رنگی	بی‌رنگ	حدواسط
Asgari Ghermez		ایران	ندارد	رنگی	بی‌رنگ	حدواسط
Marivan Rasha		ایران	دارد	رنگی	قرمز	زودرس/حدواسط
Ruby Seedless		ژاپن	دارد	رنگی	قرمز	دیررس
Shast-e-Arous		ایران	دارد	سفید	بی‌رنگ	دیررس
Torkaman		ترکمنستان	ندارد	رنگی	قرمزتیزه	حدواسط
Black Seedless		ازبکستان	ندارد	رنگی	بنفش‌تیره	دیررس
French		فرانسه	دارد	رنگی	زرشکی‌تیره	دیررس
Rishbaba		ایران	دارد	سفید	قرمز	دیررس
Ghezel		ایران	دارد	رنگی	بی‌رنگ	دیررس
Hosseini		ایران	دارد	سفید	بی‌رنگ	دیررس
Sahnei		ایران	دارد	سفید	بی‌رنگ	حدواسط/دیررس
Dizmari		ایران	دارد	رنگی	سبز مایل به زرد	زودرس
Dasterchin		ایران	دارد	سفید	سبز مایل به زرد	حدواسط

جامعه آماری این تحقیق درختچه‌های انگور موجود در کلکسیون ارقام انگور شهرستان ابهر بود که دارای ۲۹ رقم انگور هستند و تعداد ۲۰ رقم از میان آنها انتخاب سپس مورد نمونه‌برداری و بررسی قرار گرفتند. در هر رقم ۳ تکرار وجود داشت.

کارایی جذب عناصر درشت مغذی (ازت، فسفر، پتاس، منیزیم، کلسیم) و ریزمغذی‌ها (بور، مس، روی، منگنز، آهن) طبق پروتکل انجام شد که نمونه‌های حبه انگور جمع آوری و به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۸°c آون خشک شدند. سپس نمونه‌ها پودر شدند و عصاره نمونه‌ها با اسیدنیتریک ۳ مولار به‌دست آمد. مقدار کل نیتروژن با روش کجلدال تعیین شد (اگروایندوستریاسیس و همکاران[3]، ۲۰۱۳). عناصر غذایی با هضم کردن نیم گرم از نمونه در ۸ میلی‌لیتر اسیدنیتریک غلیظ (۳ مولار) و دو میلی‌لیتر هیدروژن پراکسید (۳۰٪) در حمام آب‌گرم (بن‌ماری) تعیین شد. اندازه‌گیری عناصر درشت مغذی (فسفر (P)، پتاسیم (K)، کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg) و عناصر ریزمغذی (بور (Br)، روی (Zn)، منگنز (Mn)، مس (Cu)، آهن (Fe)) با دستگاه طیف‌سنجی انتشار اتمی پلاسمایی جفت‌شده القایی (ICP-OES) اندازه‌گیری شد (کانو-لامادرید[4] و همکاران، ۲۰۱۸).

1. Kumar
2. Mishra
3. Agroindustriis
4. Cano-Lamadrid

تجزیه واریانس داده‌ها براساس طرح کامل تصادفی توسط نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ (SAS Institute, Inc., Cary, NC) انجام گردید. واریانس ژنتیکی براساس امیدهای ریاضی به‌دست آمد. واریانس فنوتیپی بعد از برآورد واریانس ژنتیکی، محاسبه شد. ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی از نسبت انحراف معیار به میانگین تعیین گردید. در نهایت درجه تبیین ژنتیکی یا وراثت‌پذیری در مفهوم عام[1] (ولی‌زاده و مقدم، ۱۳۷۷) برآورد گردید. تجزیه به مولفه‌های اصلی (رنچر و کریستنسن[2]، ۲۰۱۲) با استفاده از ماتریس همبستگی و بسته Practical Guide to Principal Component Methods (کاسامبارا[3]، ۲۰۱۷) در نرم‌افزار R صورت گرفت. تجزیه کلاستر برای گروه‌بندی ارقام انجام شد (رنچر و کریستنسن، ۲۰۱۲) فاصله اقلیدسی و روش ward برای تجزیه کلاستر با بسته factoextra (کاسامبا و موندت[4]، ۲۰۲۰) در برنامه R استفاده شد. همچنین مقادیر بوت استرپ با روش مقادیر تا حدودی بدون انحراف (AU[5]) در تجزیه کلاستر با بسته pvclust برآورد گردید (سوزوکوی و شیمودایرا[6]، ۲۰۰۶).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام مورد مطالعه از نظر وزن خوشه، جذب عناصر غذایی ازت، فسفر، پتاس و نیز ریزمغذی‌ها در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲). براساس نتایج، یعنی بین ارقام برای صفت وزن خوشه و توانایی جذب عناصر ماکرو و میکرو اختلاف بسیار معنی‌داری وجود داشت که این امر می‌تواند کارایی انتخاب جهت اصلاح این صفات را افزایش دهد. دامنه تغییرات زیاد نیز تأکیدی بر وجود تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای برای همه صفات مطالعه شده بود (جدول ۲). وجود چنین اختلاف معنی‌داری بین صفات مورد مطالعه، توسط محققین دیگر نیز گزارش شده بود (خلیل و همکاران، ۲۰۲۱؛ هاشم‌زهی و همکاران، ۱۳۹۰). بیشترین میزان تغییرات مربوط به وزن خوشه و میزان کارایی جذب منگنز بود. در حالی‌که کمترین میزان تغییرات به کارایی جذب ازت، فسفر، پتاسیم، منیزیم و کلسیم تعلق داشت (جدول ۲). پروتانو و روسی[7] (۲۰۱۴) در پژوهشی بر روی ارتباط بین عناصر کم‌مصرف در خاک و ترکیبات انگور در ایتالیا مشاهده نمودند که بیشترین کارایی جذب در نمونه های انگور متعلق به مس، روی، روبیدیم، استرانسیم به‌ترتیب با میانگین ۲۲۹۷ و ۱۹۶۰، ۲۶۱۱ و ۲۷۷۳ (میکروگرم بر کیلوگرم وزن میوه) و انحراف معیار ۸۱۴ و ۵۰۷ بود (پروتانو و روسی، ۲۰۱۴).

در مطالعه‌ای که بر روی ارزیابی مقادیر عناصر ماکرو (فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم) و میکرو (منگنز، آهن، مس، روی، بور) در برگ و دانه انگور در فرانسه انجام شد، میانگین مقدار کلسیم در حبه‌های انگور ۳۳۰۱/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم با انحراف معیار ۱۰۵۴/۸ و منگنز با میانگین ۱۹/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم و انحراف معیار ۱۷/۲ بیشترین مقادیر را به‌ترتیب در بین عناصر ماکرو و میکرو نشان دادند.

ضرایب تنوع فنوتیپی کلیه صفات بیشتر از ضرایب تنوع ژنتیکی بود (جدول ۳). در اکثر صفات این ضرایب تفاوت زیادی داشتند. این موضوع نشان‌دهنده آن است که در اکثر صفات، تفاوت‌های قابل توجهی میان این دو ضریب مشاهده می‌شود. یعنی اثرات عوامل محیطی بر روی این صفات بالا بوده است که می‌تواند به‌دلیل اجرای آزمایش در یک‌سال بوده باشد، چنین نتیجه‌ای توسط سایر محققین در دیگر محصولات نیز گزارش شده است (حاتم‌زاده، ۱۳۸۷؛ ولی‌زاده و مقدم، ۱۳۷۷).

بیشترین مقدار ضرایب تنوع فنوتیپی مربوط به کارایی جذب فسفر (۴۰/۲۵) و منگنز (۵۴/۵۴) بود. این نشان دهنده تنوع بالای این صفات در جمعیت مورد مطالعه است و صفات فوق در بین صفات مورد مطالعه نقش تعیین کننده‌ای در تنوع فنوتیپی دارند. برعکس، کمترین مقدار ضریب تنوع فنوتیپی به صفت وزن خوشه اختصاص داشت که ۲۸/۲۳٪ گزارش شد. تنوع فنوتیپی بالا در کارایی جذب فسفر و منگنز ممکن است به‌دلیل تأثیرات محیطی و ژنتیکی باشد که می‌تواند اطلاعات خوبی برای انتخاب والدین در برنامه‌های اصلاح نژاد فراهم کند. پایین بودن ضریب تنوع فنوتیپی در صفت وزن خوشه ممکن است به الگوی خاصی در وراثت یا شرایط محیطی اشاره داشته باشد، که می‌تواند توجه محققان را به خود جلب کند. علاوه بر این، بیشترین مقدار ضریب تنوع ژنتیکی به صفت توانایی

1. Broad sense heritability
2. Rencher and Christensen
3. Kassambara
4. Kassambara and Mundt
5. Approximately Unbiased Value
6. Suzuki and Shimodaira
7. Protano and Rossi

جدول ۲- برآورد آماره‌های توصیفی و میانگین مربعات در صفات تحت مطالعه ژنوتیپ‌های انگور

صفات	میانگین مربعات		انحراف استاندارد	میانگین	بیشینه	کمینه
	ژنوتیپ	خطا				
ازت	۰/۲۶**	۰/۰۷	۰/۲۹	۱/۱۹	۱/۷۷	۰/۷۶
فسفر	۰/۰۶**	۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۴۶	۰/۷۵	۰/۲۸
پتاسیم	۰/۹۴**	۰/۲۸	۰/۵۶	۲/۳۱	۳/۳۹	۱/۵۰
بور	۴۵۵/۹۳**	۹۵/۴۸	۱۲/۳۲	۵۵/۴۴	۹۳/۵۰	۳۶/۶۶
مس	۱۰/۳۳**	۰/۹۸	۱/۸۵	۶/۷۳	۱۱/۵۵	۳/۱۵
روی	۱۱۷۹/۵۵**	۱۱۲/۰۹	۱۹/۸۲	۷۱/۴۶	۱۲۶/۳۱	۲۸/۲۴
منگنز	۵۷۲۱۸/۳۴**	۶۵۰۹/۵۲	۱۳۸/۱۰	۲۸۰/۵۶	۵۸۱/۷۵	۹۶/۱۴
آهن	۲۷۰/۹۹**	۴۱/۰۶	۹/۵۰	۴۰/۹۵	۵۹/۵۵	۲۵/۶۱
منیزیم	۰/۰۹**	۰/۰۱	۰/۱۸	۰/۶۶	۱/۰۴	۰/۳۷
کلسیم	۰/۴۰**	۰/۰۹	۰/۳۶	۱/۵۹	۲/۲۵	۱/۰۲
وزن خوشه (گرم)	۳۶۴۴۵/۸۸**	۱۶۳۹/۱۴	۱۱۰/۲۲	۴۹۴/۲۴	۷۰۳/۲۳	۳۲۶/۴۷

جدول ۳- اجزای واریانس، ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی، توارث‌پذیری عمومی

صفات	توارث‌پذیری‌عمومی٪	ضریب تنوع٪		اجزای واریانس		
		فنوتیپی	ژنوتیپی	فنوتیپی	ژنوتیپی	محیطی
ازت	۴۷/۰۳	۳۱/۰۵	۲۱/۲۹	۰/۱۳	۰/۰۶	۰/۰۷
فسفر	۴۲/۸۹	۴۰/۲۵	۲۶/۳۶	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۱
پتاسیم	۴۳/۴۶	۳۰/۶۴	۲۰/۰۲	۰/۵۰	۰/۲۱	۰/۲۸
بور	۵۵/۷۱	۲۶/۴۸	۱۹/۷۷	۲۱۵/۶۳	۱۲۰/۱۴	۹۵/۴۸
مس	۷۶/۰۵	۳۰/۰۵	۲۶/۲۱	۴/۰۹	۳/۱۱	۰/۹۸
روی	۷۶/۰۴	۳۰/۲۶	۲۶/۳۹	۴۶۷/۹۱	۳۵۵/۸۲	۱۱۲/۰۹
منگنز	۷۲/۱۹	۵۴/۵۳	۴۶/۳۳	۳۴۱۲/۴۶	۱۶۹۰۲/۹۳	۶۵۰۹/۵۲
آهن	۶۵/۱۱	۲۶/۴۹	۲۱/۳۷	۱۱۷/۷۰	۷۶/۶۴	۴۱/۰۶
منیزیم	۶۷/۵۱	۳۰/۴۳	۲۵	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۱
کلسیم	۵۳/۰۳	۲۷/۷۵	۲۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۱۰	۰/۰۹
(وزن خوشه (گرم	۸۷/۶۲	۲۳/۲۸	۲۱/۷۹	۱۳۲۴۱/۳۹	۱۱۶۰۲/۲۵	۱۶۳۹/۱۴

جذب منگنز تعلق داشت که مقدار آن ۴۶/۳۴٪ بود. این امر حاکی از آن است که صفت ذکرشده نقش تعیین‌کننده‌ای در تنوع ژنتیکی دارد به‌عبارتی این صفت قابلیت وراثتی بیشتری نسبت به سایر صفات دارد و ممکن است برای بهبود ژنتیکی در برنامه‌های اصلاحی مفید باشد. هم‌چنین کمترین مقدار ضرایب تنوع ژنتیکی را صفت کارایی جذب بور نشان داد. در تحقیقی که بر روی تنوع ژنتیکی ارقام انگور صورت گرفت تنوع متوسطی (۴۳/۴۳٪) برای وزن خوشه گزارش شد (موسی‌زاده و همکاران ۱۳۹۴).

دامنه درجه تبیین ژنتیکی (وراثت‌پذیری عمومی) بین ۴۲/۸۹٪ و ۸۷/۶۲٪ به‌ترتیب مربوط به میزان جذب فسفر و وزن خوشه (گرم) بود (جدول ۳). همچنین توارث‌پذیری عمومی برای میزان جذب عناصر مس، روی و منگنز بالاتر از کارایی جذب دیگر عناصر غذایی بود. در حقیقت درجه تبیین ژنتیکی یا توارث‌پذیری در مفهوم عام (broad sense heritability) میزان تأثیر ژنوتیپ بر فنوتیپ افراد را بیان می‌کند (ولی‌زاده و مقدم، ۱۳۷۷).

با توجه به اینکه توارث‌پذیری برای برخی عناصر غذایی از جمله مس، روی، منگنز، آهن و منیزیم بیشتر است، این عناصر می‌توانند به‌عنوان مبنای استراتژی‌های بهبود ژنتیکی و انتخاب والدین در برنامه‌های اصلاح‌نژادی مورد استفاده قرار گیرند.

مقادیر درجه‌های تبیین ژنتیکی برای برخی صفات افزایش یافته‌اند، به این معنا که آن صفات بیشتر تحت تأثیر محیط قرار گرفته و محیط اثر بیشتری بر روی آن‌ها داشته است. همچنین، هنگامی که یک آزمایش در یک‌سال و یک مکان خاص انجام شود، تأثیر متقابل ژنوتیپ و محیط بر واریانس ژنوتیپی افزوده می‌شود و در نتیجه، مقدار درجه تبیین ژنتیکی نیز افزایش می‌یابد. حاتم‌زاده (۱۳۸۷) در بررسی صفات مرتبط با عملکرد دانه در گلرنگ تحت شرایط دیم

در یکسال، مقادیر بالایی برای درجه‌های تبیین ژنتیکی در صفات تحت مطالعه گزارش کرده است. نتایج همبستگی (جدول ۴) صفات تحت بررسی نشان داد که بین میزان جذب نیتروژن با فسفر، مس و پتاسیم به‌ترتیب همبستگی مثبت معنی‌داری در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ وجود دارد. همچنین، بین فسفر و مس همبستگی مثبت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ مشاهده شد. در نهایت، بین میزان جذب مس و آهن نیز همبستگی مثبت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ ثبت گردید. نتایج نشان می‌دهد که ارقام دارای میزان جذب نیتروژن بالا، جذب بالایی برای فسفر، پتاسیم و مس نیز دارند. همچنین، بین میزان جذب منگنز و منیزیم همبستگی مثبت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد.

با توجه به مقایسه میانگین ارقام (جدول تکمیلی ۱)، رقم رشه مریوان با وزن خوشه ۴۸۲/۱ گرم از نظر کارایی جذب عناصر نیتروژن، فسفر، مس و روی، رتبه دوم را در بین ارقام مورد مطالعه کسب کرد. همچنین رقم روبی‌سیدلس و رقم شصت‌عروس با وزن خوشه به‌ترتیب ۶۷۹/۲۳ و ۶۲۳/۳۹ گرم بالاترین کارایی را در جذب منگنز، منیزیم و کلسیم نشان دادند. بنابراین، می‌توان از این ارقام در برنامه‌های اصلاحی برای تولید ارقامی با کارایی جذب بالا برای عناصر نیتروژن، فسفر، مس، روی، منگنز، منیزیم و کلسیم، بسته به هدف اصلاحی، بهره برد. در مطالعه امیری و فلاحی[1] (۲۰۰۷)، کاربرد پتاسیم به‌همراه نیتروژن یا منیزیم موجب افزایش تعداد و وزن خوشه‌ها شد و به‌عبارتی، کارایی جذب بالاتری را نشان داد. همچنین، پتاسیم بیشتر از سایر عناصر معدنی (نیتروژن، منیزیم، آهن و روی) کیفیت حبه انگور را تحت تأثیر قرار داد.

در تجزیه به مولفه‌های اصلی پنج مولفه شناسایی شدند که در مجموع ۸۶/۸۵٪ تغییرات را توجیه کردند (جدول ۵). مقادیر مشخصه پنج عامل نخست به‌ترتیب ۱/۷۲، ۱/۵۳، ۱/۴۰، ۱/۱۳ و ۱/۰۱ بود و سهم هر کدام از آنها به‌ترتیب ۲۶/۹٪، ۲۱/۲۷٪، ۱۷/۶۹٪، ۱۱/۶۵٪ و ۹/۳۴ ٪ گزارش شد. در عامل اول کارایی جذب عناصر نیتروژن، فسفر، مس و آهن دارای بیشترین بار عاملی مثبت بودند. عامل دوم نیز بیشترین سهم را در جذب عناصر روی، منگنز، منیزیوم و کلسیم با بار عاملی مثبت، نشان داد. عامل سوم بار عاملی بالا و مثبت برای وزن خوشه و بار عاملی منفی برای کارایی جذب بور داشت. با توجه به همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ بین وزن خوشه و کارایی جذب بور (۰/۴۶-) این نتیجه قابل پیش‌بینی بود. در عامل چهارم و پنجم، به‌ترتیب کارایی جذب پتاسیم و منگنز دارای بارهای عاملی بالا و مثبت بودند. همان‌طور که از زاویه باز بین بردارها مشخص است، بین کارایی جذب عناصر منگنز و منیزیم با کارایی جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم، بور و مس رابطه منفی وجود داشت (شکل ۱). همبستگی منفی کارایی جذب این عناصر با یکدیگر نیز این موضوع را تأیید می‌کند (جدول ۴).

با توجه به بای‌پلات (شکل۱)، می‌توان بیان کرد که ارقامی که به‌عناصر نزدیک‌تر هستند از کارایی جذب بالاتری برای

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین صفات تحت بررسی

	ازت	فسفر	پتاسیم	بور	مس	روی	منگنز	آهن	منیزیم	کلسیم	وزن خوشه
نیتروژن	۱										
فسفر	۰/۶۰**	۱									
پتاسیم	۰/۴۶*	۰/۴۱*	۱								
بور	۰/۰۵ns	۰/۵۱*	۰/۰۳ ns	۱							
مس	۰/۶۰**	۰/۴۵*	-۰/۰۹ ns	۰/۰۹ ns	۱						
روی	-۰/۰۸ ns	۰/۳۳ ns	۰/۱۳ ns	۰/۲۵ ns	۰/۱۴ ns	۱					
منگنز	-۰/۱۸ ns	-۰/۱۱ ns	-۰/۱۱ ns	۰/۰۳ ns	-۰/۳۶ ns	۰/۰۹ ns	۱				
آهن	۰/۳۳ ns	۰/۳۷ ns	-۰/۱۴ ns	۰/۲۰ ns	۰/۴۷*	۰/۴۳*	۰/۲۳ ns	۱			
منیزیم	-۰/۳۳ ns	-۰/۰۲ ns	-۰/۰۸ ns	-۰/۶۰ ns	-۰/۳۷ ns	۰/۲۳ ns	۰/۵۶**	۰/۰۴ ns	۱		
کلسیم	۰/۰۸ ns	۰/۳۲ ns	۰/۲۲ ns	-۰/۱۳ ns	۰/۰۸ ns	۰/۵۲**	۰/۲۴ ns	۰/۲۷ ns	۰/۶۲**	۱	
وزن خوشه	۰/۳۴ ns	۰/۰۳ ns	۰/۱۷ ns	۰/۴۶*	-۰/۰۴ ns	-۰/۴۱*	۰/۱۱ ns	-۰/۲۸ ns	۰/۱۳ ns	۰/۲۰ ns	۱

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

1. Amiri and Fallahi

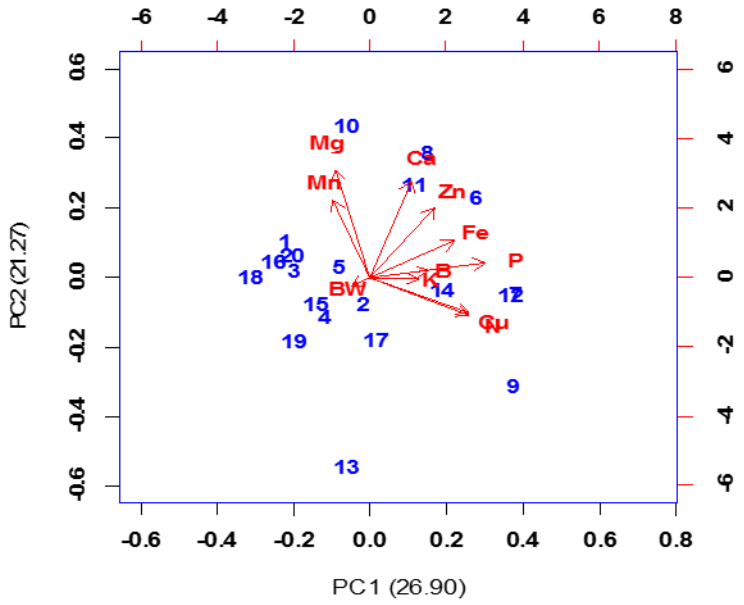
جدول ۵- بار عامل‌ها، واریانس توجیه شده، جمع کل واریانس توجیه‌شده و ریشه‌های مشخصه

عناصر	بار عامل				
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم
نیتروژن	۰/۷۲۶	-۰/۳۰۹	۰/۵۰۳	-۰/۱۲۳	۰/۱۷۴
فسفر	۰/۸۴۹	۰/۱۲۳	۰/۱۴۷	۰/۲۱۷	۰/۲۲۸
پتاس	۰/۳۶۳	-۰/۰۰۸	۰/۴۹۹	۰/۶۶۰	-۰/۰۰۶
بور	۰/۴۳۵	۰/۰۵۸	-۰/۵۲۵	۰/۳۹۴	۰/۴۹۸
مس	۰/۷۲۶	-۰/۲۸۷	-۰/۰۲۱	-۰/۴۲۰	-۰/۱۷۷
روی	۰/۴۷۷	۰/۵۶۰	-۰/۳۴۹	۰/۱۸۱	-۰/۴۴۹
منگنز	-۰/۲۷۳	۰/۶۲۲	۰/۱۲۳	-۰/۲۹۷	۰/۵۸۷
آهن	۰/۶۲۲	۰/۲۹۶	-۰/۲۶۷	-۰/۵۲۵	۰/۱۳۲
منیزیم	-۰/۲۵۴	۰/۸۶۳	۰/۱۷۵	۰/۰۲۳	۰/۰۴۶
کلسیم	۰/۳۰۱	۰/۷۷۷	۰/۳۵۳	-۰/۰۳۶	-۰/۳۱۳
وزن خوشه (گرم)	-۰/۱۳۹	-۰/۰۶۹	۰/۸۸۵	-۰/۱۵۶	۰/۰۵۵
واریانس توجیه شده	۲۶/۹	۲۱/۲۷	۱۷/۶۹	۱۱/۶۵	۹/۳۴۴
جمع کل واریانس توجیه شده	۲۶/۹	۴۸/۱۷	۶۵/۸۶	۷۷/۵۱	۸۶/۸۵
ریشه‌های مشخصه	۱/۷۲	۱/۵۲۹۵	۱/۳۹۵	۱/۱۳۱۹	۱/۰۱۴

آن عنصر برخوردارند. بنابراین، رقم شماره ۱۰ (روبی سیدلس) بیشترین کارایی جذب را در بین ارقام تحت مطالعه برای منیزیم، داشت که در مقایسه میانگین (جدول تکمیلی ۱) نیز بالاترین کارایی جذب (۱/۰۵) را نشان داد. همچنین، ارقام شماره ۸ و ۱۱ (به‌ترتیب عسگری‌قرمز و شصت‌عروس) دارای مقادیر بالایی (به‌ترتیب ۲/۰۴ و ۲/۲۲) برای کارایی جذب کلسیم بودند. در مورد کارایی جذب عنصر روی، رقم شماره ۶ (قرمز بی‌دانه) با مقدار جذب ۱۲۶/۳۲، با اختلاف چشمگیری بیشترین کارایی جذب را نشان داد (جدول تکمیلی ۱). بنابراین می‌توان از این ارقام در برنامه‌های به‌نژادی برای تولید ارقام جدید با راندمان کارایی جذب بالا به عناصر مغذی خاک، بهره برد. باید خاطر نشان کرد که تفسیرها تا حد زیادی به ژنوتیپ‌های مورد بررسی و صفات اندازه‌گیری شده بستگی دارد.

دندروگرام رسم شد تا روابط بین ارقام را به‌تصویر بکشد (شکل ۲). تجزیه کلاستر ارقام از لحاظ کارایی جذب برای همه عناصر تحت بررسی به سه گروه اصلی با بوت استرپ‌های ۷۶، ۹۸ و ۹۹ طبقه‌بندی کرد. گروه اول دارای دو زیرگروه اصلی با بوت‌استرپ‌های ۹۷ و ۹۰ بود. در زیر گروه نخست، رقم شماره ۱۰ (ژاپنی روبی‌سیدلس) و رقم شماره ۱۱ (ایرانی شصت‌عروس) در کنار یکدیگر قرار گرفتند. در زیرگروه دوم، ابتدا ارقام شماره ۸ (ایرانی عسگری‌قرمز) و شماره ۲ (آمریکایی پرلت) در کنار هم قرار گرفتند و سپس به رقم شماره ۱ (آمریکایی فلیم) نیز ملحق شدند. در دومین گروه، ارقام شماره ۱۳ (ازبکستانی بلک سیدلس) و شماره ۲۰ (ایرانی دسترچین) قرار گرفتند. گروه اصلی سوم دارای دو زیرگروه با بوت‌استرپ‌های ۹۷ و ۹۰ بود که ارقام ایرانی ۶ (قرمز بی‌دانه)، ۱۷ (حسینی)، ۴ (بواناتی‌کشمشی)، ۵ (سفید بی‌دانه) و ۱۵ (ریش‌بابا) در زیر گروه اول مشاهده شدند. در زیرگروه دوم که چند زیر گروه فرعی را شامل می‌شد، ارقام داخلی و خارجی ۱۸ (صحنه‌ای)، ۳ (شاهانی‌پیکانی)، ۱۶ (قزل)، ۷ (عسگری سفید)، ۱۲ (ترکمنستانی ترکمن۴)، ۱۹ (دزماری)، ۹ (رشه مریوان) و ۱۴ (فرانسوی) مشاهده گردیدند. مقادیر بالای بوت‌استرپ در گروه‌های اصلی و زیرگروه‌ها، بیانگر توانایی و دقت بالای روش تجزیه کلاستر در گروه‌بندی ارقام بود. نتایج تجزیه به‌مؤلفه‌های اصلی و کلاستر بسیار نزدیک به یکدیگر بودند. ارقام تحت مطالعه با خاستگاه‌های مختلف تفاوت‌ها و شباهت‌هایی در کارایی جذب عناصر ماکرو و میکرو نشان دادند. به‌طوری‌که، ارقام خارجی ترکمن ۴ و فرانسوی در کنار ارقام داخلی عسگری‌سفید، دزماری و رشه مریوان با بوت‌استرپ‌های ۹۹، ۹۷ و ۹۸ گروه‌بندی شدند (شکل ۲). همان‌طور که از تجزیه کلاستر آشکار است، ارقام ترکمن ۴ و عسگری‌سفید و همچنین ارقام رشه‌مریوان و فرانسوی خویشاوندی بسیار نزدیکی را نشان می‌دهند. به دلیل انتقال مواد یا خویشاوندی‌های ژنتیکی، جای‌گیری ارقام از خاستگاه‌های مختلف در کنار یکدیگر، قابل انتظار است. این گروه‌بندی ممکن است به‌دلیل کوچ و انتقال ارقام بین خاستگاه‌ها یا وجود خویشاوندهای ژنتیکی باشد. اتیچا[1] و همکاران (۲۰۰۵) و حاتم‌زاده و همکاران (۱۴۰۰) در

1. Eticha

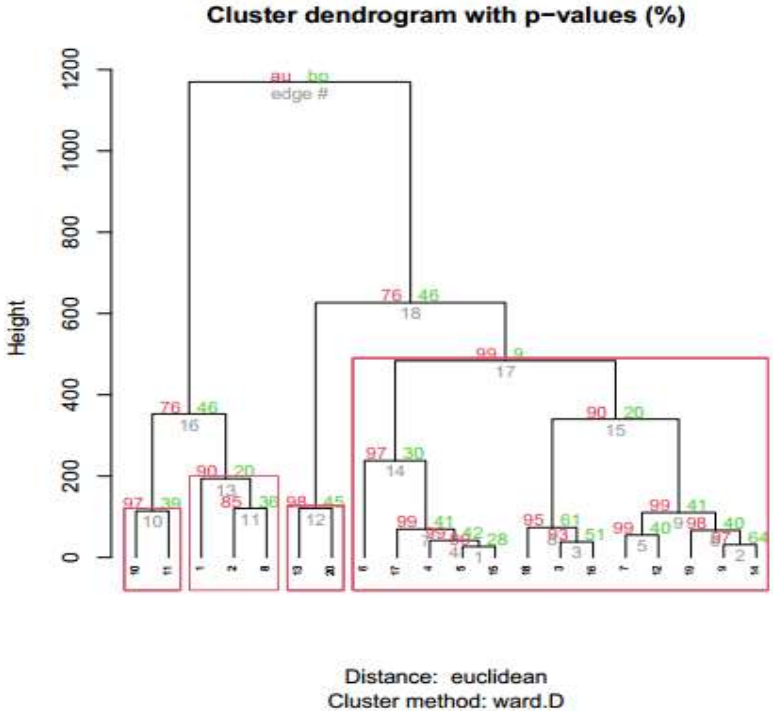


شکل ۱- تجزیه به مولفه‌های اصلی ارقام انگور. ۱- فلیم ۲- پرلت ۳- شاهانی‌پیکانی ۴- بواناتی‌کشمشی ۵- سفید بی‌دانه ۶- قرمز بی‌دانه ۷- عسگری‌سفید ۸- عسگری‌قرمز ۹- رشه‌مریوان ۱۰- روبی‌سیدلس ۱۱- شصت‌عروس ۱۲- ترکمن۴ ۱۳- بلک‌سیدلس ۱۴- فرانسوی ۱۵- ریش‌بابا ۱۶- قزل ۱۷- حسینی ۱۸- صحنه‌ای ۱۹- دزماری ۲۰- دسترچین

مطالعات جداگانه‌ای که بر روی توده‌های بومی گندم انجام دادند، الگوهای متفاوتی از گروه‌بندی‌ها را مشاهده کرده‌اند. نتایج کلاستر نشان داد که ردپایی از خویشاوندی بین ارقام از خاستگاه‌های مختلف موجود است. به‌عبارتی، احتمال جابجایی مواد ژنتیکی از طریق کشاورزان حاشیه‌نشین در خاستگاه‌ها (شهرهای مرزی بین کشورها) بیشتر از جابجایی توسط کشاورزان دیگر است (هایلو[1] و همکاران، ۲۰۱۰). این استدلال ممکن است توجیح‌گر گروه‌بندی ارقام از خاستگاه‌های متفاوت باشد. با این حال، گروه‌بندی ارقام از خاستگاه‌های دور، ممکن است در دوران‌های بسیار دور به‌طور رسمی یا غیررسمی انجام شده باشد (منگیستو[2] و همکاران، ۲۰۱۵). در مطالعه‌ای گزارش شده است که تبادل ژرم‌پلاسم بین کشاورزان غیرهمسایه سبب گروه‌بندی توده‌های بومی مناطق دور با یکدیگر شده است (هایلو و همکاران، ۲۰۱۰).

فاصله ژنتیکی ارقام (جدول ۶) نشان داد که کمترین فاصله بین ارقام آمریکایی فلیم و پرلیت با رقم ژاپنی روبی‌سیدلس وجود دارد (۰/۰۵۵ و ۰/۰۸۵) که ممکن است ناشی از جریان ژنی بالا بین آن‌ها باشد. از طرف دیگر، بیشترین فاصله ژنتیکی بین ارقام ایرانی قرمز بی‌دانه و دزماری با رقم ازبکستانی بلک‌سیدلس مشاهده شد. تجزیه کلاستر (شکل ۲) نیز این موضوع را تأیید می‌کند. به‌عبارتی، ارقام ایرانی قرمز بی‌دانه و دزماری در تجزیه کلاستر در گروه‌های جداگانه‌ای نسبت به رقم ازبکستانی بلک‌سیدلس قرار گرفته‌اند. فاصله ژنتیکی پارامتری ارزشمند برای نگهداری و حفظ ژرم‌پلاسم‌ها و نیز برنامه‌های اصلاحی است. براساس مقادیر شباهت بین ارقام، می‌توان نتیجه گرفت که تلاقی بین ارقامی که کمترین شباهت (بیشترین فاصله) را دارند، بهترین نتیجه را در هیبریدها و حداکثر تفاوت را در نسل‌های در حال تفکیک به‌همراه خواهد داشت. به‌خوبی ثابت شده است که تلاقی بین والدین دور از نظر ژنتیکی و با کمترین خویشاوندی، نیرومندترین هیبریدها را تولید می‌کند، در مقایسه با تلاقی والدینی که از نظر ژنتیکی نزدیک و دارای بیشترین خویشاوندی هستند (سولومون[3] و همکاران، ۲۰۰۷). منابع ژنتیکی همیشه فرصت‌های ویژه‌ای برای اصلاح‌گران فراهم می‌کنند تا ارقام جدید با خصوصیات مورد نظر تولید نمایند از جمله ترکیبات ژنی مناسب که می‌توانند سازگاری بهتری با شرایط محیطی متنوع‌تر و

1. Hailu
2. Mengistu
3. Solomon



شکل ۲- تجزیه کلاستر ارقام انگور. مقادیر au[1] در نظر گرفته شدند. ۱- فلیم ۲- پرلت ۳- شاهانی‌پیکانی ۴- بواناتی‌کشمشی ۵- سفید بی‌دانه ۶- قرمز بی‌دانه ۷- عسگری‌سفید ۸- عسگری‌قرمز ۹- رشه‌مریوان ۱۰- روبی‌سیدلس ۱۱- شصت‌عروس ۱۲- ترکمن۴ ۱۳- بلک‌سیدلس ۱۴- فرانسوی ۱۵- ریش‌بابا ۱۶- قزل ۱۷- حسینی ۱۸- صحنه‌ای ۱۹- دزماری ۲۰- دسترچین

خشن‌تر داشته باشند (گلاسزمن[2] و همکاران، ۲۰۱۰).

در نهایت، می‌توان اظهار داشت که ارقام تحت مطالعه دارای تنوع کافی از لحاظ کارایی جذب عناصر ماکرو و میکرو هستند و این تنوع می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی مورد بهره‌برداری قرار گیرد. به‌ویژه، می‌توان از رقم شماره ۱۰ (روبی‌سیدلس) برای جذب منیزیم از ارقام شماره ۸ و ۱۱ (به‌ترتیب عسگری‌قرمز و شصت‌عروس) برای کلسیم و از رقم شماره ۶ (قرمز بی‌دانه) برای عنصر روی در پروژه‌های به‌نژادی به منظور تولید و معرفی ارقامی با ویژگی‌های مورد نظر و وزن خوشه بالا استفاده کرد.

نتیجه‌گیری کلی

بررسی‌های انجام شده، نشان می‌دهد که ارقام مختلف دارای تنوع قابل توجهی از نظر کارایی جذب عناصر ماکرو و میکرو هستند. این تنوع می‌تواند به‌عنوان یک منبع ارزشمند در برنامه‌های اصلاحی استفاده شود، به‌طوری که بتوان ارقامی با ویژگی‌های مطلوب و سازگاری بهتر با شرایط محیطی تولید کرد. نتایج تجزیه کلاستر و فاصله‌های ژنتیکی نیز نشان‌دهنده وجود خویشاوندی‌های ژنتیکی بین ارقام مختلف است که در بهبود هیبریدها و انتخاب والدین مناسب، مؤثر خواهد بود. بنابراین، انتخاب ارقام با کمترین شباهت ژنتیکی می‌تواند به تولید هیبریدهای نیرومند و دستیابی به حداکثر تنوع در نسل‌های تفکیک‌شده منجر شود. به‌ویژه ارقامی مانند روبی‌سیدلس با پتانسیل بالا در جذب منیزیم، عسگری‌قرمز و شصت‌عروس با بالاترین قدرت جذب کلسیم، قرمز بی‌دانه که توانایی جذب بالایی در عنصر روی دارد، شناسایی شدند. این ارقام را می‌توان به‌عنوان گزینه‌هایی با پتانسیل بالا در تولید و معرفی ارقامی با ویژگی‌های مورد نظر و وزن خوشه‌ای بالا معرفی نمود. در نتیجه این یافته‌ها نه‌تنها به درک بهتری از تنوع ژنتیکی ارقام کمک می‌کنند، بلکه راه را برای بهینه‌سازی برنامه‌های اصلاحی و تولید ارقام جدید هموار می‌سازند.

1. Approximately Unbiased (AU) values = au
2. Glaszmann

جدول ۶- فاصله ژنتیکی در بین ارقام انگور تحت مطالعه

	Name	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9	g10	g11	g12	g13	g14	g15	g16	g17	g18	g19	g20
g1	Flame	۰/۰۰																			
g2	Perlette	۰/۱۶	۰/۰۰																		
g3	Peikany Shahani	۰/۲۱	۰/۳۴	۰/۰۰																	
g4	Buvanati	۰/۱۳	۰/۲۶	۰/۲۲	۰/۰۰																
g5	Bidaneh Sefid	۰/۱۶	۰/۲۱	۰/۲۶	۰/۱۰	۰/۰۰															
g6	Bidaneh Ghermez	۰/۲۴	۰/۲۱	۰/۲۶	۰/۱۸	۰/۲۹	۰/۰۰														
g7	Asgari Sefid	۰/۲۱	۰/۱۸	۰/۳۱	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۳۴	۰/۰۰													
g8	Asgari Ghermez	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۳۱	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۱۶	۰/۰۰												
g9	Marivan Rasha	۰/۲۴	۰/۱۳	۰/۴۴	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۲۶	۰/۲۷	۰/۰۰											
g10	Ruby Seedless	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۱۹	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۰۰										
g11	Shast-e-Arous	۰/۱۹	۰/۲۴	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۱۶	۰/۴۱	۰/۲۹	۰/۱۵	۰/۲۴	۰/۱۸	۰/۰۰									
g12	Torkaman	۰/۲۷	۰/۲۴	۰/۴۷	۰/۲۹	۰/۱۶	۰/۴۱	۰/۲۹	۰/۲۲	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۰۰								
g13	Black Seedless	۰/۴۰	۰/۳۷	۰/۵۶	۰/۴۴	۰/۳۷	۰/۵۹	۰/۴۴	۰/۳۳	۰/۳۷	۰/۳۶	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۰۰							
g14	French	۰/۳۷	۰/۳۴	۰/۵۱	۰/۴۱	۰/۵۴	۰/۲۶	۰/۴۱	۰/۳۱	۰/۴۴	۰/۲۶	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۴	۰/۰۰						
g15	Rishbaba	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۳۱	۰/۳۵	۰/۲۷	۰/۲۳	۰/۱۲	۰/۳۵	۰/۱۴	۰/۲۲	۰/۳۰	۰/۳۳	۰/۱۶	۰/۰۰					
g16	Ghezel	۰/۲۱	۰/۱۸	۰/۳۱	۰/۲۲	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۳۱	۰/۴۰	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۲۹	۰/۳۷	۰/۳۳	۰/۴۱	۰/۳۱	۰/۰۰				
g17	Hosseini	۰/۱۶	۰/۲۶	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۳۷	۰/۲۶	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۲۹	۰/۱۵	۰۹/۰	۰/۱۶	۰/۲۷	۰/۴۴	۰/۱۹	۰/۳۴	۰/۰۰			
g18	Sahnei	۰/۲۹	۰/۳۴	۰/۳۱	۰/۲۲	۰/۲۶	۰/۳۴	۰/۴۱	۰/۳۱	۰/۳۴	۰/۲۶	۰/۲۱	۰/۳۷	۰/۲۴	۰/۳۱	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۲۶	۰/۰۰		
g19	Dizmari	۰/۲۶	۰/۳۳	۰/۴۰	۰/۲۹	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۲۹	۰/۳۹	۰/۵۵	۰/۲۳	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۵۸	۰/۵۲	۰/۳۹	۰/۴۰	۰/۴۳	۰/۴۰	۰/۰۰	
g20	Dasterchin	۰/۲۵	۰/۴۰	۰/۳۷	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۵۱	۰/۳۷	۰/۲۸	۰/۴۰	۰/۲۳	۱۷/۰	۱۷/۰	۰/۳۰	۰/۴۸	۰/۲۰	۰/۴۸	۰/۰۷	۰/۲۸	۰/۴۸	۰/۰۰

منابع

افتخاری، س.ع.، حسندخت، م.ر.، فتاحی‌مقدم، م.ر. و کاشی، ک. ۱۳۸۹. تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های اسفناج ایرانی (*Spinacia oleracea* L.) با استفاده از صفات مورفولوژیکی. مجله علوم باغبانی ایران، ۴۱(۱): ۸۳-۹۳.

حاتم‌زاده، ح. ۱۳۸۷. بررسی صفات مرتبط با عملکرد دانه در گلرنگ با استفاده از تجزیه به عامل‌ها. نهال و بذر، ۳(۲۴): ۵۶۳ ـ ۵۷۸.

حاتم‌زاده، ح.، گلکاری، ص.، برنوسی، ا.، محمدی، ر و سینگ، س. ۱۴۰۰. بررسی روابط بین نژادهای بومی گندم نان از خاستگاه‌های جغرافیایی سراسر ایران تحت شرایط آبیاری تکمیلی و دیم، نشریه علمی پژوهشی بوم‌شناسی کشاورزی دانشگاه فردوسی، ۴(۱۳): ۶۵۳ـ ۶۶۸.

قبادی، س.، خوشخوی، م. و سیدطباطبایی، ب.ا. ۱۳۸۷. تنوع و روابط ژنتیکی برخی ژنوتیپ‌های انگور (*Vitis vinifera* L.) استان اصفهان با استفاده از نشانگرهای RAPD. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۱۲(۴۵): ۶۲۷-۶۳۵.

کرمی، م.ج. ۱۳۸۸. بررسی ویژگی‌های ارقام انگور آبی کشت شده در کردستان. مجله نهال و بذر، ۲۵(۱): ۱-۳۱.

موسی‌زاده، ر.، شور، م.، تهرانی‌فر، ع.، داوری‌نژاد، غ. و مختاریان، ع. ۱۳۹۴. بررسی تنوع ژنتیکی برخی ارقام انگور با استفاده از صفات کمی و کیفی میوه. نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی، ۱۷(۵): ۳۳۵ ـ۳۴۷.

ولی‌زاده، م. و مقدم، م. ۱۳۷۷. آشنایی با ژنتیک کمی (ترجمه). انتشارات مرکز نشر دانشگاهی. تهران، ۵۶۰ ص.

هاشم‌زهی، م.، مرادقلی، ا. و کمالی، م. ۱۳۹۰. بررسی تنوع ژنتیکی و تجزیه به عامل‌ها برای صفات مورفولوژیک ارقام انگور. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، ۶۴۷ ص.

Agroindustriais, P.J.C., Propagação E Melhoramento Genético De Pitaya Comercial E Nativa Do Cerrado, AOAC. 2013. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, **26**(74): 62.

Amiri, M.E. and Fallahi, E. 2007. Influence of mineral nutrients on growth, yield, berry quality, and petiole mineral nutrient concentrations of table grape. Journal of Plant Nutrition, 30(3): 463-470.

James, A., Mahinda, A., Mwamahonje, A., Rweyemamu, E.W., Mrema, E., Aloys, K., Swai, E., Mpore, F.J. and Massawe, C. 2023. A review on the influence of fertilizers application on grape yield and quality in the tropics. Journal of Plant Nutrition, 46(12): 2936-2957.

Brunetto, G., MELO, G.W.B.D., Toselli, M., Quartieri, M. and Tagliavini, M. 2015. The role of mineral nutrition on yields and fruit quality in grapevine, pear and apple. Revista Brasileira de Fruticultura, 37: 1089-1104.

Cano-Lamadrid, M., Nowicka, P., Hernández, F., Carbonell-Barrachina, A.A. and Wojdyło, A. 2018. Phytochemical composition of smoothies combining pomegranate juice (*Punica granatum* L) and Mediterranean minor crop purées (*Ficus carica*, *Cydonia oblonga*, and *Ziziphus jujube*). Journal of the Science of Food and Agriculture, 98(15): 5731-5741.

Niemiec, M., Chowaniak, M., Zuzek, D., Komorowska, M., Mamurovich, G.S., Gafurovich, K.K., Usmanov, N., Kamilova, D., Rahmonova, J. and Rashidov, N. 2021. Effect of nitrogen fertilization on yield of Grapes and fertilization efficiency in Gissar Valley of the Republic of Tajikistan. Journal of Elementology, 26 (1).

Christensen, L.P., Bianchi, M.L., Peacock, W.L. and Hirschfelt, D.J. 1994. Effect of nitrogen fertilizer timing and rate on inorganic nitrogen status, fruit composition, and yield of grapevines. American Journal of Enology and Viticulture, 45(4): 377-387.

Crespy, A. 2010. Fertilisation de la vigne: Conséquences sur la qualité des vins. Revue des oenologues et des techniques vitivinicoles et oenologiques: magazine trimestriel d'information professionnelle, 37(136): 43-49.

Eticha, F., Bekele, E., Belay, G. and Börner, A. 2005. Phenotypic diversity in tetraploid wheats collected from Bale and Wello regions of Ethiopia. Plant Genetic Resources, 3(1): 35-43.

FAO. 2022. World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2022. Rome.

Protano, G. and Rossi, S. 2014. Relationship between soil geochemistry and grape composition in Tuscany (Italy). Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 177(4): 500-508.

Glaszmann, J.C., Kilian, B., Upadhyaya, H.D. and Varshney, R.K. 2010. Accessing genetic diversity for crop improvement. Current Opinion in Plant Biology, 13(2): 167-173.

Hailu, F., Merker, A. and Johnsson, E. 2010. Patterns of phenotypic diversity for phonologic and qualitative traits in Ethiopian durum wheat germplasm. Genetic Resources Crop Evolution, 53: 1089-1098.

Kassambara, A. and Mundt, F. 2020. factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. R package version 1.0.7.

Kassambara, A. 2017. Practical guide to principal component methods in R: PCA, M (CA), FAMD, MFA, HCPC, factoextra (Vol. 2). Sthda.

Khalil, A., Nazir, N., Din, S., Sharma, M.K. and Kumar, A. 2021. Effect of fertilizer and micronutrients on leaf and fruit mineral status of Grapes cv. Sahebi. Biological Forum-An International Journal, 13(1): 270-276.

Khalifezadeh Koureh, O., Bakhshi, D., Pourghayoumi, M. and Majidian, M. 2019. Comparison of yield, fruit quality, antioxidant activity, and some phenolic compounds of white seedless grape obtained from organic, conventional, and integrated fertilization. International Journal of Fruit Science, 19(1): 1-12.

Kumar, J., Kumar, R., Rai, R. and Mishra, D.S. 2015. Response of Pant Prabhat guava trees to foliar sprays of zinc, boron, calcium and potassium at different plant growth stages. The Bioscan, 10(2): 495-498.

Mahinda, A., Funakawa, S., Shinjo, H. and Kilasara, M. 2018. Interactive effects of in situ rainwater harvesting techniques and fertilizer sources on mitigation of soil moisture stress for sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in dryland areas of Tanzania. Soil Science and Plant Nutrition, 64(6): 710-718.

Mengistu, D.K., Kiros, A.Y. and Pè, M.E. 2015. Phenotypic diversity in Ethiopian durum wheat (*Triticum turgidum* var. durum) landraces. The Crop Journal, 3(3): 190-199.

Mishra, A.K., Kumar, S., Verma, S., Dubey, S. and Dubey, A.K. 2016. Effect of zinc sulphate, boric acid and iron sulphate on vegetative growth, yield and quality of strawberry (*Fragaria× Ananassa* Duch.) cv. Chandler. The Bioscan, 11(4): 2222-2225.

Rencher, A.C. and Christensen, W.F. 2012. Methods of multivariate analysis. 3rd edition. New Jersey, USA: John Wiley and Sons.

Robinson, J. B. 1992. Grapevine nutrition. In Viticulture: Volume 2 Practices. (pp.178–208) eds. BG Coombe and PR Dry (Winetitle, Adelaide).

Solomon, K.F., Labuschagne, M.T. and Viljoen, C.D. 2007. Estimates of heterosis and association of genetic distance with heterosis in durum wheat under different moisture regimes. The Journal of Agricultural Science, 145(3): 239-248.

Suzuki, R. and Shimodaira, H. 2006. Pvclust: an R package for assessing the uncertainty in hierarchical clustering. Bioinformatics, 22(12): 1540-1542.

Tassie, L. 2010. Vine identification–knowing what you have. Grape and wine research and development corporation–Australian Government. GW RDC Innovators Network, Greenhill Road Wayville.

Singh, B. and Usha, K. 2001. Effect of Macro and Micro-Nutrient Spray on Fruit Yield and Quality of Grape (*Vitis vinifera* L.) cv. Perlette. Acta Horticulturae. 594.

Zohary, D., Hopf, M. and Diamond, J.M. 1993. Domestication of plants in the Old World. Nature-London-, 366: 523-523.