مقاله پژوهشی

ارزیابی صفات و انتخاب کیفیت میوه برتر در برخی از ارقام گلابی آسیایی در شرایط اقلیمی کرج با شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل تعدیل یافته

جعفر احمدی[۱]*، امیرعباس تقی‌زاده[۲] و داریوش آتشکار[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۸- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۱۲)

چکیده

گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rehd.) یکی از گونه‌های گلابی است که اخیرا به کشور وارد شده است. به منظور ارزیابی ارقام برتر و سازگار در شرایط آب و هوایی کرج، از هشت رقم گلابی آسیایی همراه با دو رقم شاهد از گونه گلابی اروپایی (*Pyrus communis* L.) استفاده شد. این ارقام در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و طی چهار سال باغی (۱۳۹۳-۱۳۹۰) در ایستگاه تحقیقات باغبانی کرج مورد ارزیابی قرار گرفتند. بدین منظور مشخصات میوه‌دهی و میوه ارقام مورد مطالعه شامل درصد تشکیل میوه، عملکرد درخت، وزن میوه، طول میوه، قطر میوه، نسبت طول به قطر میوه، سفتی گوشت میوه، اسیدیته کل، مواد جامد محلول (TSS)، pH، رنگ میوه، زودرسی و عطر میوه ثبت گردید. با انجام تجزیه مرکب داده‌ها مشخص گردید برای تمام صفات اندازه‌گیری شده، در بین ارقام مورد مطالعه، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. بیشترین عملکرد مربوط به رقم KS13 با عملکرد ۱۲/۹۱ کیلوگرم در درخت بود و مشخص گردید بیشترین درصد تشکیل میوه متعلق به رقم KS7 به مقدار ۱۲/۰۰ درصد بود. صفت وزن میوه با درصد تشکیل میوه همبستگی معنی‌دار و منفی در سطح یک درصد نشان داد. جهت انتخاب بهترین رقم از نظر کمیت و کیفیت میوه، روش شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل تعدیل یافته بکار گرفته شد. با استفاده از این شاخص مشخص گردید رقم KS7 به دلیل حداکثر مقدار این شاخص در بین ارقام مورد مطالعه ایده‌آل‌ترین رقم می‌باشد. در کنار این رقم، ارقام KS13، KS14 و KS10 مجموعاً در چارک مطلوب قرار گرفته و بنابراین این چهار رقم ایده‌آل‌ترین ارقام بر اساس نتایج این پژوهش معرفی گردید.

کلمات کلیدی: ASIIG، GGEBiplot، تجزیه مرکب، عملکرد، کیفیت میوه، گلابی آسیایی، همبستگی

۱- استاد گروه مهندسی ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)، قزوین، ایران.

۲- دانشجو- پژوهشگر دورهٔ پسا دکتری اصلاح نباتات، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)، قزوین، ایران.

۳- استادیار پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

* پست الکترونیک: j.ahmadi@eng.ikiu.ac.ir

مقدمه

گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rehd.) گروه بزرگی از انواع گلابی‌ها را شامل می‌شوند که از شرق آسیا منشأ گرفته‌اند (بوئیتل[1]، ۱۹۹۰؛ هانامتو[2]، ۲۰۰۱). غالب آن‌ها دارای شکل گرد بوده و برخی دیگر همانند گلابی اروپایی (*Pyrus communis* L.) گلابی شکل هستند. اگرچه معمولی‌ترین رنگ پوست در آن‌ها قهوه‌ایی-طلایی است ولی به رنگ‌های سبز، زرد و نارنجی هم دیده می‌شوند (ارزانی[3] و همکاران، ۲۰۰۸). میوه‌ها دارای بافت متمایز و مشخصی نظیر گلابی بوده و به گلابی ژاپنی نیز شهرت دارند (ما و چن[4]، ۲۰۰۳؛ ارزانی و همکاران، ۲۰۰۹). از خصوصیات مهم ارقام وارداتی گلابی آسیایی، تفاوت‌های میوه از نظر شکل، رنگ، تردی، صافی و زبری پوست، عطر و طعم، مزه میوه و همچنین زمان رسیدن میوه می‌باشد (کریستو[5] و همکاران، ۱۹۹۴؛ خوش‌قلب و همکاران، ۱۳۸۲؛ ارزانی، ۲۰۰۲).

ایران یکی از مراکز مهم تنوع و تولید گلابی در جهان محسوب می‌شود (صفرپورشورباخلو و همکاران، ۱۳۸۸؛ کدخدایی[6] و همکاران، ۲۰۲۱). به‌منظور ارزیابی بعضی ژنوتیپ‌های گلابی آسیایی در شرایط مختلف آب و هوایی ایران در قالب طرح ملی گلابی، نُه رقم از این گلابی از کشور بلژیک در سال ۱۳۷۸ وارد ایران شده و با کدهای KS به شماره‌های ۶ تا ۱۴ نام‌گذاری شدند (کوشش‌صبا و همکاران، ۱۳۸۷؛ ارزانی، ۲۰۰۲؛ ارزانی، ۲۰۰۴؛ ارزانی، ۱۳۸۵).

شین[7] (۱۹۸۰) خصوصیات مورفولوژیکی و خواص کمی و کیفی میوه ارقام مختلف گلابی آسیایی جمع‌آوری شده از نقاط مختلف کشور چین را ارزیابی نمود. آتشکار و قاسمی (۱۳۹۵) در پژوهشی ۵ ساله در مورد ۸ رقم گلابی آسیایی نتیجه گرفتند که ارقام مورد مطالعه با پایه بذری گلابی اروپایی در شرایط اقلیمی کرج و اصفهان به لحاظ صفات رویشی سازگاری خوبی داشته و زودتر از ارقام گلابی اروپایی وارد فاز زایشی می‌شوند. دهقانی و همکاران (۱۳۹۱) خصوصیات رویشی، گلدهی و میوه گلابی‌های آسیایی KS9، KS10 و KS14 را در شرایط اقلیمی تهران بررسی و نتیجه‌گیری نمودند که در بین ارقام فوق رقم KS9 از رشد رویشی و کیفیت مناسب میوه برخوردار می‌باشد، اما از نظر صفت رسیدن رقم KS10 با میوه‌های زرد رنگ و خوش طعم زودرس‌ترین بوده و در اواخر تیرماه به بازار عرضه می‌شود. خان‌شقاقی (۱۳۹۴) سازگاری ارقام گلابی آسیایی را در شرایط شهرستان ابهر بررسی نموده و نتیجه گرفتند که ارقام گلابی آسیایی به لحاظ صفات درصد تشکیل میوه، تعداد کل میوه در هر درخت، درصد ریزش میوه، وزن تک میوه، وزن کل میوه در هر درخت و طول میوه تفاوت معنی‌داری با هم نشان دادند، اما این ارقام به لحاظ قطر میوه و تعداد دانه در میوه اختلاف معنی‌داری نداشتند.

انتخاب ژنوتیپ مطلوب در محصولات باغی مستلزم ارزیابی ارقام بر اساس مجموعه‌ای از صفات بسته به هدف به‌نژادگر است. ارزیابی‌های متعددی جهت شناسایی ارتباط بین صفات و اهمیت آن‌ها با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره صورت گرفته است (شاهی‌قره‌لر، ۱۳۸۹؛ رضایی و همکاران، ۱۳۹۹؛ عبداللهی و همکاران، ۱۳۹۸). بیان مطلوبیت در محصولات باغی گسترده و پیچیده می‌باشد و به طور همزمان نیاز به ارزیابی چند صفت مختلف دارد، یکی از روش‌هایی که توانایی ارزیابی ژنوتیپ‌ها بر اساس چند صفت و در نهایت انتخاب ژنوتیپ (های) مطلوب را دارد، روش شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل[8] (زالی[9] و همکاران، ۲۰۱۵؛ زالی و همکاران، ۱۳۹۸) می‌باشد.

روش "شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل" یا SIIG که بر مبنای روش TOPSIS (هوانگ و یون[10]، ۱۹۸۱) پایه‌ریزی شده، علاوه بر سادگی نسبی محاسبات، نیازی به برآورد پارامترهای جانبی دیگری ندارد (زالی و براتی، ۱۳۹۹).

به‌دلیل وجود طیف گسترده‌ایی از صفات در بیان یک رقم مطلوب در محصولات باغی، نیاز است ساز و کار مناسب و علمی برای رتبه‌بندی ارقام مطلوب با دخالت دادن صفات موثر در انتخاب و تصمیم‌گیری همزمان بر اساس چند صفت با تأثیر متفاوت بر هدف انتخابی به‌نژادگر ارائه شود. هدف از این پژوهش انتخاب رقم برتر برخی از ارقام گلابی آسیایی و اروپایی از نظر محصول و کیفیت با استفاده از روش شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل تعدیل یافته[11] (ASIIG) در

1. Beutel
2. Hanamoto
3. Arzani
4. Ma and Chen
5. Crisosto
6. Kadkhodaei
7. Shen
8. Selection index of ideal genotype (SIIG)
9. Zali
10. Hwang and Yoon
11. Adjusted selection index of ideal genotype (ASIIG)

شرایط اقلیمی کرج می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی صفات زایشی ارقام گلابی آسیایی موجود در ایستگاه تحقیقاتی کمال‌شهر که در سال ۱۳۷۷ از کشور بلژیک وارد کشور شده و تحت کدهای KS6، KS7، KS8، KS9، KS10، KS12، KS13 و KS14 نامگذاری شده بودند (ارزانی، ۲۰۰۴؛ ارزانی، ۲۰۰۴؛ ارزانی، ۱۳۸۵۲۰۰۴)، هشت رقم مذکور به همراه دو رقم شاهد شاه‌میوه و اسپادونا (۱۰ تیمار) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در هر کرت آزمایشی شش درخت به فاصله ۵×۴ متر در دو ردیف سه‌تایی (در مجموع ۱۸۰ اصله نهال) در باغ پژوهشی ایستگاه تحقیقاتی کشت شدند. مواد اولیه گیاهی این ارقام از طرح ملی گلابی آسیایی توسط گروه علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس تأمین گردید (ارزانی ۲۰۰۴؛ ارزانی، ۱۳۸۵)، عملیات باغی شامل آبیاری (نواری)، سمپاشی بر علیه آفات، کوددهی، هرس و تربیت (محور مرکزی تغییر یافته) درختان به‌صورت یکنواخت بر روی همه ارقام انجام گرفت. پس از باردهی پایدار درختان طی سال‌های ۱۳۹۰ لغایت ۱۳۹۳ به مدت چهار سال از هر درخت تعداد چهار شاخه در جهات مختلف انتخاب و صفات گلدهی و میوه‌دهی شامل زودباردهی، درصد تشکیل میوه (تعدادگل در شاخه انتخابی و پس از تشکیل میوه و ریزش خرداد میوه‌ها در همان شاخه شمارش شد و با تقسیم تعداد میوه به تعداد گل، درصد میوه‌بندی برآورد شد) پس از رسیدن میوه محصول کل درخت برداشت و توزین گردید و عملکرد در درخت محاسبه شد، سپس از هر درخت تعداد ۱۰ عدد میوه به طور تصادفی نمونه‌گیری و جهت بررسی صفات کمی و کیفی میوه به آزمایشگاه بخش تحقیقات باغبانی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر منتقل شده و صفات میوه شامل وزن میوه، شکل میوه (طول میوه، قطر میوه و نسبت طول به قطر میوه)، رنگ میوه، درصد مواد جامد محلول در میوه (با استفاده از رفرکتومتر، مدل MASTER-53PM شرکت آتاگو[1])، اسیدیته قابل تیتراسیون (به روش تیتراسیون)، pH آب‌میوه (با دستگاه pHمتر)، سفتی بافت گوشت میوه (با دستگاه پنترومتر، مدل FTK 100L شرکت واگنر[2]) و زمان رسیدن میوه با توجه به رنگ ظاهری میوه، تغییر عطر میوه و تاحدودی بافت میوه اندازه‌گیری شدند.

جهت تجمیع اثرات هر صفت و موازنه مناسب بین صفات، در جهت هدف انتخاب، روش "شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل تعدیل یافته" پیشنهاد شد. این روش که بر مبنای روش‌های TOPSIS (هوانگ و یون، ۱۹۸۱) و SIIG (زالی و همکاران، ۲۰۱۵) بنا نهاده شده است، محاسبه می‌شود. تفاوت عمده روش ASIIG با روش SIIG در دخالت دادن وزن مناسب برای هر صفت و روش گرافیکی گروه‌بندی ژنوتیپ‌هاست.

بر اساس این روش، بهترین ژنوتیپ، نزدیک‌ترین ژنوتیپ به ژنوتیپ‌های ایده‌آل و دورترین از ژنوتیپ‌های ضعیف است. در اینجا منظور از ژنوتیپ ایده‌آل، ژنوتیپی فرضی است که بیشترین برآیند مطلوب‌ترین حالت جمیع صفات را داشته باشد. به‌طور خلاصه ژنوتیپ ایده‌آل از مجموع مقادیر ایده‌آل هر یک از صفات موازنه شده به دست می‌آید، درحالی‌که ژنوتیپ ضعیف از مجموع مقادیر ضعیف هر یک از صفات مورد مطالعه حاصل می‌شود. به‌عنوان مثال در مورد عملکرد، حداکثر عملکرد یک ژنوتیپ، مقدار ایده‌آل و عملکرد پایین به‌عنوان مقدار ضعیف در نظر گرفته می‌شود.

جهت تأیید یکنواختی واریانس‌های خطای آزمایشات مستقل از روش Fmax استفاده شد، در این روش نسبت بزرگ‌ترین واریانس به کوچک‌ترین واراینس برآورد شده و نتیجه با مقدار جدول مقایسه می‌شود (فرشادفر، ۱۳۹۴).

جهت تجزیه مرکب داده‌ها از نرم افزار Minitab 17 و برای محاسبات مرتبط با آماره ASIIG از نرم‌افزار R3.4.4 و Excel 2016 استفاده گردید.

نتایج و بحث

قبل از انجام تجزیه مرکب داده‌ها، همگنی خطای آزمایش‌های مستقل، برای هر صفت با استفاده از روش Fmax هارتلی[3] تأیید گردید. اثر سال برای تمامی صفات، بجز صفت نسبت طول به قطر میوه (معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. تفاوت در بین ارقام مورد مطالعه در تمام صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل رقم × سال برای تمام صفات بجز صفت

1. Atago
2. Wagner
3. Hartley's Fmax

جدول ۱ – تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در برخی از ارقام گلابی آسیایی و اروپایی در شرایط اقلیمی کرج در سال‌های باغی ۱۳۹۰-۱۳۹۳

منابع تغییرات	درجه آزادی	صفات									
		وزن میوه	طول میوه	قطر میوه	نسبت طول به قطر میوه	سفتی گوشت میوه	اسیدیته قابل تیتراسیون	TSS	pH	عملکرد	درصد تشکیل میوه
سال	۳	۹۶۴۵/۱۲**	۲/۷۸**	۲/۹۵**	۰/۰۰۱*	۱/۱۶**	۰/۰۰**	۸/۵۶**	۰/۲۸**	۱۶۰/۲۶**	۷۷۵/۶۱**
بلوک/سال	۸	۴۷۴/۴۷	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۰۰	۰/۲۳	۰/۰۰	۱/۲۶	۰/۰۱	۳/۷۵	۴/۷۵
رقم	۹	۱۰۵۸۹/۵۴**	۱۶/۶۶**	۱/۹۸**	۰/۰۲۶**	۳۱/۵۷**	۰/۰۰**	۱۷/۴۴**	۱/۸۶**	۹۵/۸۶**	۱۳۰/۸۶**
رقم ×سال	۲۷	۹۸۶/۲۹**	۰/۲۵**	۰/۳۰**	۰/۰۰**	۰/۸۲**	۰/۰۰**	۱/۶۹**	۰/۰۵**	۱۵/۸۷ns	۳۸/۴۴**
خطا	۷۲	۳۳۰/۳۵	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۰۰	۰/۱۹	۰/۰۰	۰/۷۳	۰/۰۰	۱۱/۱۳	۳/۶۷
ضریب تغییرات (درصد)		۱۴/۲۳	۴/۴۴	۵/۲۸	۲/۱۳	۷/۳۹	۱۰/۴۹	۵/۸	۱/۷۶	۴۰/۱۶	۲۱/۷۳

ns: بدون اختلاف معنی‌دار، * و**: اختلاف در سطح احتمال پنج و یک درصد

عملکرد میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). به‌طور مشابه در پژوهشی که به‌منظور بررسی صفات زایشی گلابی آسیایی در استان آذربایجان‌غربی انجام شد، جزء رقم برای تمام صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گزارش شده است (هناره و حسنی، ۱۳۹۸).

مقایسه میانگین به روش دانکن برای صفت وزن میوه نشان داد که بیشترین وزن میوه به رقم KS12 با وزن ۱۷۸/۶۳ گرم، تعلق داشت و ارقام شاهد شاه‌میوه و اسپادونا به ترتیب با وزن میوه ۱۶۰/۸۸ و ۱۵۸/۰۴ گرم در رده‌های بعدی قرار گرفتند (شکل ۱ الف).

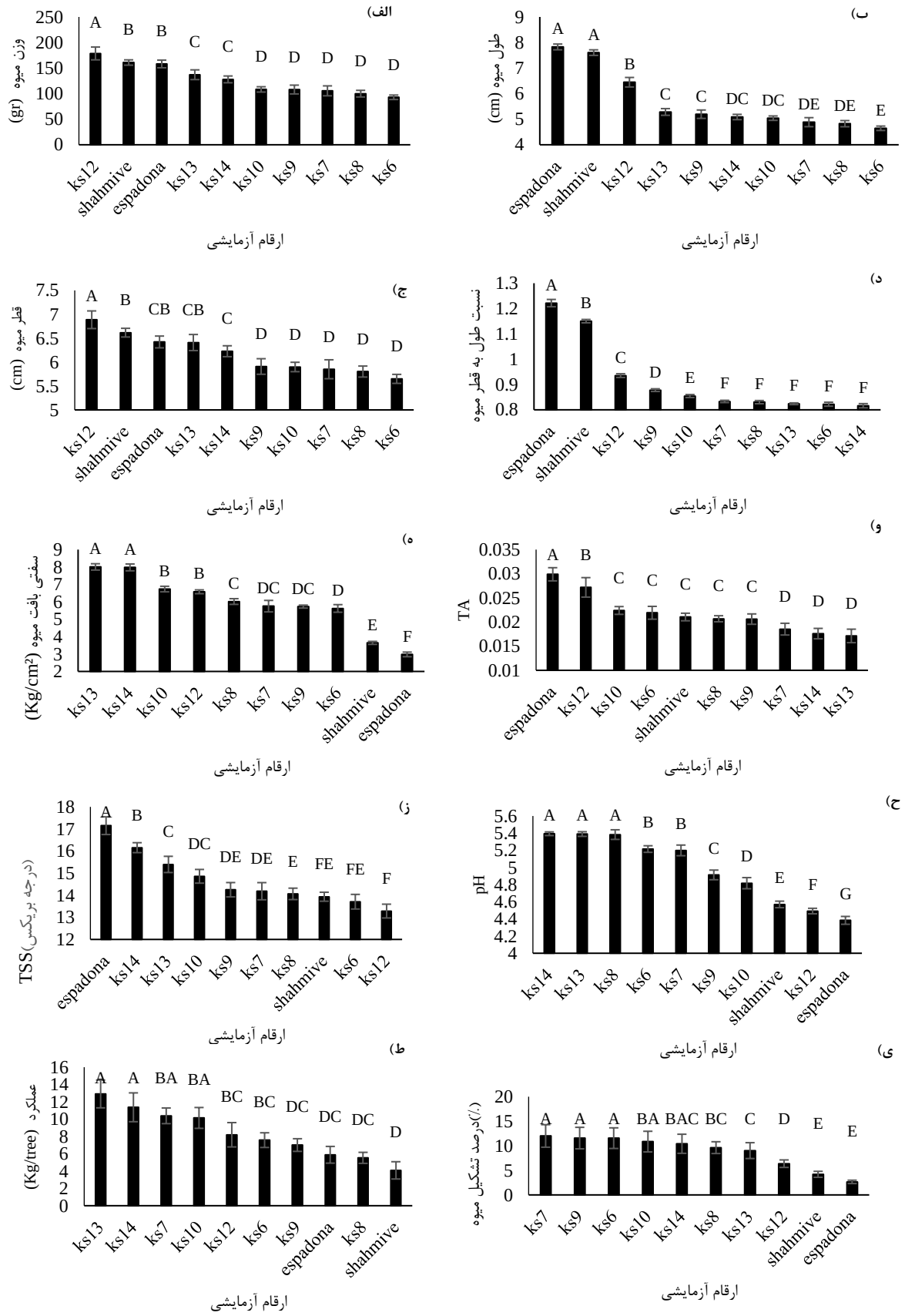
اصولا ارقام گلابی اروپایی اسپادونا و شاه‌میوه که به‌عنوان شاهد در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفتند به‌دلیل ظاهر متفاوت از طول میوه و در نتیجه نسبت طول به قطر میوه بیشتری برخوردار می‌باشند. ظاهر گلابی شکل این ارقام تفاوت عمده‌ایی با خصوصیات ظاهری ارقام آسیایی گلابی که کروی شکل هستند، دارند. به‌همین علت بیشترین طول میوه در رقم اسپادونا با طول میوه ۷/۸۳ سانتی‌متر مشاهده شد و رقم شاهد شاه‌میوه با طول میوه ۷/۶۰ از نظر طول میوه در جایگاه بعدی قرار گرفت. رقم KS12 با نزدیکترین نسبت طول به عرض میوه به واحد کروی‌ترین میوه را دارا می‌باشد (شکل ۱ب، ج، د).

عرض میوه یک شاخص برای ارزیابی اندازه میوه است و معمولاً رابطه معکوس با طول میوه دارد. نسبت طول به عرض میوه نیز بین ژنوتیپ‌ها متفاوت گزارش شده است. در ارقام گلابی اروپایی هر چقدر عرض میوه بیشتر باشد، میوه کشیده‌تر و معمولاً میوه‌های دارای نسبت طول به عرض بیشتر مطابق استاندارد فائو بازارپسندی بهتری دارند (ارشادی، ۱۳۷۶). الشیهی[1] و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند ابعاد میوه بین ارقام مختلف متفاوت می‌باشد. متفاوت بودن ابعاد میوه بین ژنوتیپ‌های مختلف توسط کرائوس[2] و همکاران (۲۰۰۷) روی گلابی هیمالایا و کاتایاما و یوماتسو[3] (۲۰۰۶) روی گلابی آسیایی نشان داده شده است. مطالعات انجام شده بر روی گلابی آسیایی و اروپایی حاکی از جذابیت و شاخص‌های مطلوب در کیفیت ارقام وارداتی گلابی آسیایی است، اگرچه بازارپسندی ارقام گلابی اروپایی مورد کشت در ایران مانند شاه‌میوه نیز مطلوب گزارش شده است که کیفیت در مواردی بستگی به نظر سلیقه مشتری نیز دارد (ارزانی، ۲۰۰۴).

براساس نتایج این پژوهش، بیشترین اسیدیته قابل تیتراسیون مشاهده شده در رقم شاهد اسپادونا می‌باشد و ارقام KS12 و KS10 از این حیث در رتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند که در مجموع مشخص گردید ارقام آسیایی از ارقام اروپایی از اسیدیته قابل تیتراسیون کمتری برخور دارند.

تمام ارقام گلابی آسیایی مورد مطالعه در این پژوهش نسبت به ارقام شاهد گلابی اروپایی از سفتی بافت بالاتری برخوردار بودند. بیشترین سفتی بافت در ارقام KS13 و KS14 به ترتیب با سفتی بافت ۸/۰۱ و ۷/۹۸ کیلوگرم بر سانتی‌متر

1. Elshihy
2. Krause
3. Katayama and Uematsu



شکل ۱- مقایسه میانگین به‌روش دانکن بین برخی از ارقام گلابی آسیایی و اروپایی در شرایط اقلیمی کرج در سال‌های باغی ۱۳۹۰-۱۳۹۳. برای صفات الف) وزن میوه؛ ب) طول میوه؛ ج) قطر میوه؛ د) نسبت طول به عرض میوه؛ ه) سفتی بافت میوه؛ و) اسیدیته قابل تیراسیون (TA)؛ ز) TSS؛ ح) pH؛ ط) عملکرد میوه؛ ی) درصد تشکیل میوه.

مربع مشاهده شد و ارقام شاهد شاه‌میوه و اسپادونا کمترین مقدار این صفت را به ترتیب با سفتی بافت ۳/۶۴ و ۲/۹۸ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع به خود اختصاص دادند (شکل ۱ ه). سفتی از خواص فیزیکی مهم بافت میوه می‌باشد که کیفیت خوراکی و بافت میوه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تغییر در سفتی به دلیل تغییر ترکیبات شیمیایی دیواره سلولی است (هیواسا[1] و همکاران، ۲۰۰۴) سفتی بافت به مقدار زیادی با کیفیت خارجی میوه همبستگی دارد و به خوبی نشانگر تُرد و آبدار بودن محصول می‌باشد. مناسب بودن سفتی برای محصولاتی که باید برای مدت زیادی انبار و یا صادر شوند از ضروریات می‌باشد و میزان بهینهٔ آن در هنگام انبارکردن محصول، باید در حد مناسبی باشد (ارزانی، ۲۰۰۸).

همچنین چنین گزارش شده است که اندازه‌گیری سفتی بافت میوه بستگی به زمان اندازه‌گیری و همچنین درجه رسیدگی میوه متفاوت است، بنابراین زمان مناسب اندازه گیری و مخصوصا در مورد ارقام دیررس مانند گلابی آسیایی رقم KS8 و KS12 بایستی در زمان مناسب و با توجه به هدف از بررسی بایستی انجام شود (ارزانی، ۱۳۸۵؛ ارزانی، ۱۴۰۰؛ ارزانی، ۲۰۰۴).

در ارقام مورد مطالعه این آزمایش بیشترین مواد جامد محلول به ترتیب در ارقام اسپادونا، KS14 و KS13 با درجه بریکس ۱۷/۱۵، ۱۶/۱۵ و ۱۵/۳۹ مشاهده شد (شکل ۱ ز). شیرینی یکی از عوامل مهم کیفی در گلابی آسیایی است که تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار می‌گیرد. یکی از این عوامل میزان و نوع قند تجمع یافته در میوه است. عمده‌ترین قند در زمان رشد میوه، ساکارز است و هرچه میوه بالغ‌تر شود، تجمع ساکارز کمتر می‌شود. میزان و نوع قندها از طریق تغییر در وزن خشک، تردی، استحکام و سفتی بافت میوه، عطر و طعم بر روی ماندگاری میوه تأثیر دارد. همچنین قندها از طریق شرکت در واکنش غیرآنزیمی و تأمین انرژی مورد نیاز غشای سلولی در ایجاد و عدم ایجاد عارضه قهوه‌ای شدن داخلی نقش دارند (ارزانی و همکاران، ۲۰۰۸).

یکی از صفات مهم در انتخاب هر رقم ایده‌آل یقیناً مقدار عملکرد آن رقم نسبت به سایر ارقام است. در این آزمایش بیشترین عملکرد میوه در ارقام KS13 و KS14 به‌ترتیب با عملکرد ۱۲/۹۱ و ۱۱/۶۷ کیلوگرم در درخت و کمترین عملکرد مشاهده شده در این آزمایش در رقم شاه‌میوه با عملکرد ۴/۰۸ کیلوگرم در درخت مشاهده شد (شکل ۱ ط). در توافق با این نتایج در پژوهش انجام شده بر روی صفات پومولوژیک گلابی آسیایی، ارقام KS13 و KS14 با تولید بیشترین مقدار عملکرد میوه و رقم شاه‌میوه با تولید کمترین عملکرد میوه گزارش شده است (هناره و حسنی، ۱۳۹۸).

در تجزیه همبستگی ساده انجام شده بین صفات (جدول ۲)، عملکرد میوه با سفتی بافت میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. بین وزن میوه با قطر میوه و درصد تشکیل میوه همبستگی مثبتی مشاهده شد اما بین وزن میوه و مقدار pH مقدار همبستگی برآورد شده، منفی بود. همبستگی معنی‌دار منفی بین صفات وزن میوه، طول میوه و قطر میوه با صفت درصد تشکیل میوه نشان داد که با بالارفتن اندازه میوه از درصد نهایی تشکیل میوه کاسته خواهد شد (جدول ۲).

روش GGEbiplot یکی از روش‌های چندمتغیره آماری است که توانایی بررسی مجموعه‌ای از صفات و ارقام را به‌طور همزمان دارد (یان و کانگ[2]، ۲۰۰۲). دو مولفه اول حاصل از این روش به‌ترتیب با ۵۲/۸۲ و ۲۰/۳۶ درصد در مجموع توانستند ۷۲/۸۸ درصد از کل تغییرات را توجیه نمایند (شکل ۲ الف). نمودار چندضلعی حاصل از این روش نشان داد با اینکه ارقام شاهد این آزمایش (دو رقم شاه‌میوه و اسپادونا) از ویژگی‌های ظاهری از قبیل طول میوه، قطر میوه، نسبت طول به قطر میوه و وزن میوه برنده می‌باشند، اما ارقام KS13 و KS14 از نظر صفاتی مانند عملکرد میوه، رنگ میوه، pH و سفتی بافت میوه برنده هستند (شکل ۲ الف). به طور کلی با استفاده از این روش ارقام KS13 و KS14 و همچنین دو رقم شاهد شاه‌میوه و اسپادونا نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه از وضعیت مطلوب‌تری برخوردار بودند (شکل ۲ ب). روش GGEBiplot اگرچه روشی با سابقه در مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ × صفت است، اما چون وزن یکسانی را برای تمام صفات در محاسبات مد نظر قرار می‌دهد به این ترتیب ارزش تمام صفات در انتخاب نهایی رقم یا ژنوتیپ، برابر لحاظ شده است. در حالی‌که با توجه به هدف اصلاحی به‌نژادگر در انتخاب رقم یا ژنوتیپ مطلوب، میزان ارزش هر صفت بسته به هدف اصلاحی متفاوت بوده و در نتیجه باید وزن مناسب برای آن صفات در محاسبات دخالت داده شود. آماره ASIIG با توجه به ماهیت هر صفت

1. Hiwasa

2. Yan and Kang

جدول ۲- همبستگی بین صفات مورد مطالعه در برخی از ارقام گلابی آسیایی و اروپایی در شرایط اقلیمی کرج در سال‌های باغی ۱۳۹۰-۱۳۹۳

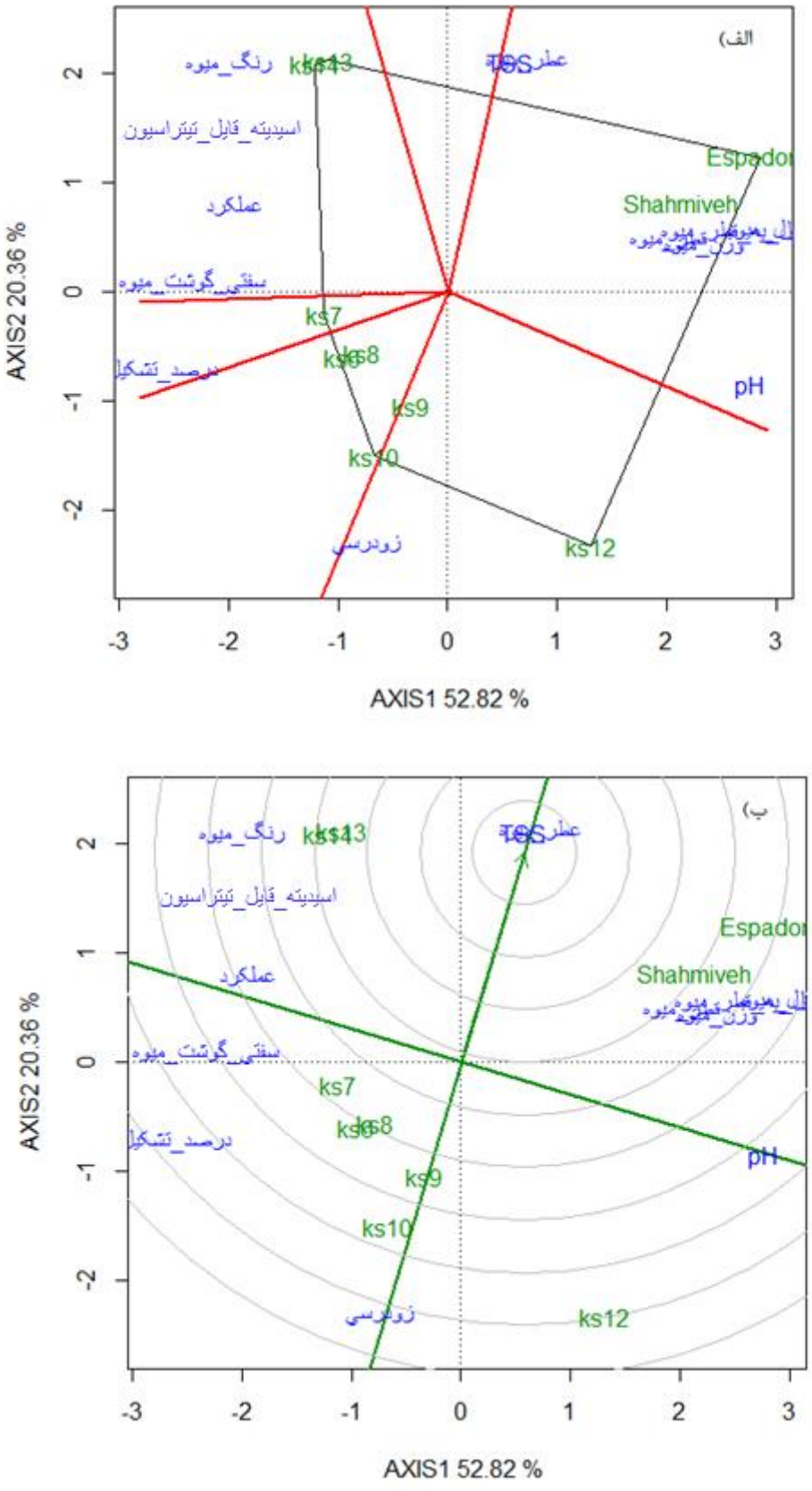
صفات	وزن میوه	طول میوه	قطر میوه	نسبت طول به قطر میوه	سفتی گوشت میوه	اسیدیته قابل تیتراسیون	TSS	pH	عملکرد	درصد تشکیل میوه	رنگ میوه	زود رسی	عطر میوه
وزن میوه	۱												
طول میوه	۰/۸۳**	۱											
قطر میوه	۰/۹۸**	۰/۷۴*	۱										
نسبت طول به قطر میوه	۰/۶۷*	۰/۹۶**	۰/۵۵	۱									
سفتی گوشت میوه	-۰/۲۵	-۰/۷۱*	-۰/۱۱	-۰/۸۴**	۱								
اسیدیته قابل تیتراسیون	۰/۵۱	۰/۶۵*	۰/۳۸	۰/۶۷*	-۰/۶۰	۱							
TSS	۰/۱۶	۰/۲۸	۰/۱۱	۰/۳۳	-۰/۰۰	۰/۱۴	۱						
pH	-۰/۶۸*	-۰/۸۳**	-۰/۵۸	-۰/۸۲**	۰/۶۷*	-۰/۸۳**	-۰/۰۴	۱					
عملکرد	-۰/۱۷۱	-۰/۵۳	-۰/۰۶	-۰/۶۳*	۰/۸۲**	-۰/۵۰	۰/۲۴	۰/۵۳	۱				
درصد تشکیل میوه	-۰/۸۴**	-۰/۹۶**	-۰/۷۶**	-۰/۹۱**	۰/۶۳*	-۰/۶۶*	-۰/۳۱	۰/۷۴*	۰/۵۱	۱			
رنگ میوه	-۰/۳۸	-۰/۵۰	-۰/۲۸	-۰/۵۲	۰/۵۸	-۰/۷۹**	۰/۲۸	۰/۸۵**	۰/۶۰	۰/۴۱	۱		
زود رسی	-۰/۳۰	-۰/۳۶	-۰/۲۹	-۰/۳۴	۰/۲۰	۰/۰۶	-۰/۳۹	-۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۴۰	-۰/۴۰	۱	
عطر میوه	-۰/۰۳	۰/۳۵	-۰/۰۸	۰/۴۷	-۰/۴۹	-۰/۱۸	۰/۵۳	۰/۰۳۵	-۰/۲۸	-۰/۳۰	۰/۲۷	-۰/۴۶	۱

* و**: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

و هدف انتخابی به‌نژادگر، وزن مناسب آن را مدنظر قرار می‌دهد. یکی از روش‌های وزن‌دهی به صفات استفاده از امتیازدهی کارشناسان و خبرگان حیطه تحقیق آن محصول و تعیین هدفِ انتخاب است. در جدول ۳ امتیاز سه خبره در زمینه این پژوهش و هدف انتخاب ارائه شده است. پس تجمیع این نمرات و تعیین سهم هر صفت از واحد و همچنین تعیین ماهیت صفت در انتخاب می‌توان از این امتیازات به عنوان وزن صفات استفاده نموده و آماره ASIIG محاسبه شده با استفاده از فواصل از مطلوب و ضدمطلوب را ارائه کرد (جدول ۳).

در این تحقیق شاخص ASIIG برای ارقام KS7، KS13، KS12 و KS10 به‌ترتیب برابر ۰/۶۷، ۰/۶۵، ۰/۶۵ و ۰/۶۳ محاسبه شد و به‌دلیل دارا بودن کمترین اختلاف شاخص ASIIG از واحد به‌عنوان مطلوب‌ترین ارقام این آزمایش با توجه به هدف انتخاب یعنی کیفیت و کمیت میوه معرفی شدند. از طرفی دو رقم شاهد شاه‌میوه و اسپادونا کمترین مقدار شاخص ASIIG را به خود اختصاص دادند و لذا از مطلوبیت کمتری نسبت به سایر ارقام برخوردار می‌باشند (جدول ۴).

با استفاده از نمودار حاصل از شاخص ASIIG، می‌توان فواصل بین ارقام از نظر مطلوبیت را به صورت بصری مورد ارزیابی قرار داد (شکل ۳). جهت گروه‌بندی ارقام مورد مطالعه با استفاده از روش گرافیکی می‌توان ارقام را به گروه‌های کاملاً مطلوب، مطلوب، نامطلوب و کاملاً نامطلوب گروه‌بندی کرد. نمودارهای حاصل از این روش (شکل ۳)، نشان دادند که ارقام KS7، KS13، KS12 و KS10 در چارک ارقام مطلوب واقع شدند و پس از این ارقام مطلوب، ارقام KS9 و KS8 با فاصله بیشتری واقع شدند. دو رقم شاهد شاه‌میوه و اسپادونا به همراه رقم KS12 در چارک نامطلوب واقع شدند.



شکل ۲- رابطه بین صفات و ارقام گلابی مورد مطالعه با استفاده از روش GGEBiplot؛ الف) چندضلعی حاصل از روش GGEBiplot؛ ب) تعیین ژنوتیپ برتر: برخی از ارقام گلابی آسیایی و اروپایی در شرایط اقلیمی کرج در سال‌های باغی ۱۳۹۰-۱۳۹۳.

جدول ۳ – امتیاز کسب شده برای هر صفت بر اساس اهمیت صفت در انتخاب رقم مطلوب در برخی از ارقام گلابی آسیایی و اروپایی در شرایط اقلیمی کرج در سال‌های باغی ۱۳۹۰-۱۳۹۳

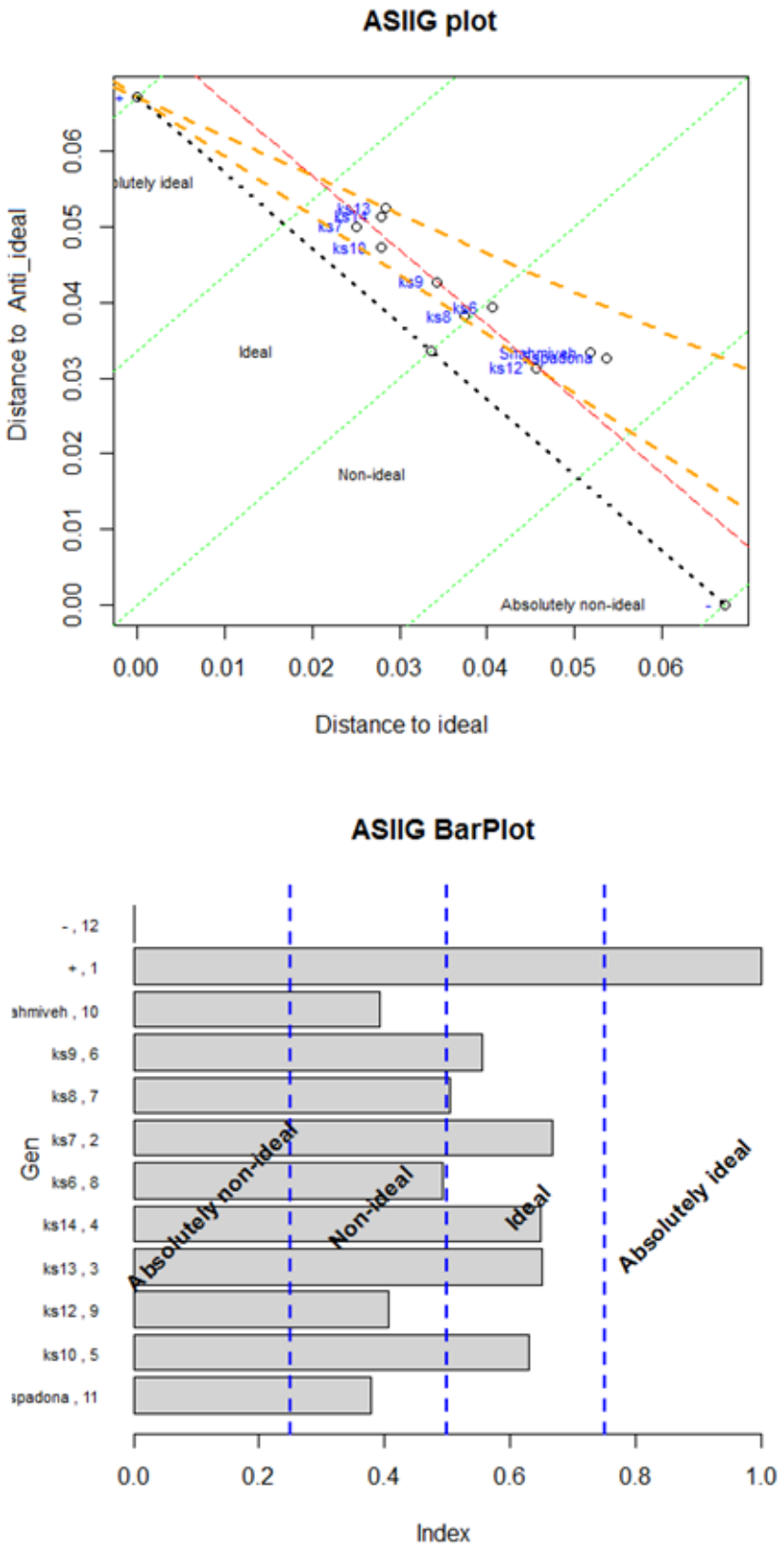
صفات	امتیاز خبره اول	امتیاز خبره دوم	امتیاز خبره سوم	امتیازات نهایی	نسبت امتیاز	ماهیت صفت
وزن میوه	۸	۸	۸	۸	۰/۰۹	+
طول میوه	۴	۱	۱	۲	۰/۰۲	+
قطر میوه	۴	۱	۱	۲	۰/۰۲	+
نسبت طول به قطر میوه	۱	۳	۵	۳	۰/۰۳	+
سفتی گوشت میوه	۵	۴	۶	۵	۰/۰۶	+
اسیدیته قابل تیتراسیون	۷	۷	۷	۷	۰/۰۸	-
TSS	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۰/۱۱	+
pH	۵	۶	۱۰	۷	۰/۰۸	-
عملکرد	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۰/۱۱	+
درصد تشکیل میوه	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۰/۱۱	+
رنگ میوه	۱۰	۸	۹	۹	۰/۱۰	+
زود رسی	۵	۷	۶	۶	۰/۰۷	+
عطر میوه	۹	۹	۹	۹	۰/۱۰	+

جدول ۴ – رتبه‌بندی ارقام مورد مطالعه با استفاده از روش ASIIG و هدف انتخاب در برخی از ارقام گلابی آسیایی و اروپایی در شرایط اقلیمی کرج در سال‌های باغی ۱۳۹۰-۱۳۹۳

رقم	فاصله از مطلوب	فاصله از ضد مطلوب	ASIIG	رتبه
Espadona	۰/۰۵۴	۰/۰۳۳	۰/۳۸	۱۰
KS10	۰/۰۲۸	۰/۰۴۷	۰/۶۳	۴
KS12	۰/۰۴۶	۰/۰۳۱	۰/۴۱	۸
KS13	۰/۰۲۸	۰/۰۵۳	۰/۶۵	۲
KS14	۰/۰۲۸	۰/۰۵۱	۰/۶۵	۳
KS6	۰/۰۴۱	۰/۰۳۹	۰/۴۹	۷
KS7	۰/۰۲۵	۰/۰۵۰	۰/۶۷	۱
KS8	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	۰/۵۰	۶
KS9	۰/۰۳۴	۰/۰۴۳	۰/۵۵	۵
Shahmiveh	۰/۰۵۲	۰/۰۳۳	۰/۳۹	۹

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به یافته‌های این پژوهش چنین نتیجه‌گیری می‌شود که انتخاب بر اساس چند صفت از ویژگی‌های اساسی تحقیقات باغبانی است و ارائه راهکاری منطقی و مناسب با توجه به هدف انتخاب امری اجتناب‌ناپذیر است. اگرچه روش‌های آماری چندمتغیره کمک شایانی در مطالعات همزمان صفات ارائه می‌کنند، اما در مواردی مخصوصا در محصولات باغبانی بدلیل وزن نابرابر صفات مختلف در شاخص انتخاب رقم مطلوب و اعمال هدف اصلاحی ویژه کارایی لازم را ندارند. روش شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل تعدیل یافته (ASIIG) با در نظر گرفتن وزن مناسب برای هر صفت با توجه به هدف انتخاب می‌تواند سازوکاری مناسب جهت حصول نتیجه و انتخاب همزمان و تعیین رقم برتر، گروه‌بندی سایر ارقام با توجه به معیارهای مطلوبیت ارائه نماید. در این تحقیق با استفاده از آماره ASIIG چهار رقم KS7، KS13، KS12 و KS10 در چارک کاملاً مطلوب واقع شده و نسبت به سایر ارقام از حیث صفات مورد بررسی و هدف انتخاب قابل پذیرش شناخته شدند. رقم KS7 زودرس‌تر از سایر ارقام با رنگ زرد برنزه بوده و دارای قدرت انبارمانی متوسط، طعم خوب و عملکرد متوسط و درصد



شکل ۳- رتبه‌بندی گرافیکی ارقام با استفاده از روش ASIIG و تعیین مقدار مطلوبیت و فاصله مطلوبیت: در برخی از ارقام گلابی آسیایی و اروپایی در شرایط اقلیمی کرج در سال‌های باغی ۱۳۹۰-۱۳۹۳

تشکیل میوه بالا بود. رقم KS13 با داشتن عملکرد بالا و درصد تشکیل میوه متوسط، میوه جذاب و خوشرنگ با زمان رسیدن مناسب، بافت گوشت میوه سفت و با وزن بالا رقمی مناسب جهت کشت و کار در اقلیم ایران است. همچنین رقم KS10 رقمی با سفتی بافت میوه بالا و عمر انبارمانی مناسب، نسبتاً زودرس با طعمی متوسط می‌باشد و رقم انتخاب شده KS14 با داشتن عملکرد و درصد تشکیل میوه بالا، میوه جذاب و خوش فرم با رنگ برنزه روشن و زمان رسیدن مناسب، گوشت میوه سفت، ترد و سفید با عطر و طعم خوب (متمایل به شیرین)، عمرقفسه‌ای بالا و بازارپسندی خوب از ارجحیت بالایی نسبت به سایر ارقام موجود گلابی آسیایی برای تولید گلابی در ایران برخوردار است. در جمع‌بندی کلی استفاده از آماره ASIIG در کنار سایر روش‌های آماری می‌تواند الگوی مناسبی در انتخاب رقم مطلوب از نظر صفات کمی و کیفی در محصولات باغبانی باشد، لذا توصیه می‌شود علاوه بر استفاده از روش‌های چندمتغیره پیشین مانند GGEBiplot از آماره ASIIG جهت تعیین ارقام مطلوب در طیف گسترده‌تری از سایر محصولات باغی استفاده شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از آقای دکتر کاظم ارزانی به خاطر تأمین مواد گیاهی مورد استفاده در این پژوهش از طرح ملی به شماره ۴۲۲۵ (شورای علمی کشور) و همچنین طرح ملی به شماره ۸۴۰۰۶ (صندوق حمایت از پژوهشگران کشور) تحت عنوان مطالعه سازگاری چند رقم گلابی آسیایی با شرایط آب و هوایی ایران که در دانشگاه تربیت مدرس در حال اجرا است تشکر می‌گردد. همچنین از موسسه تحقیقات علوم باغبانی و پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری که مجال این پژوهش را فراهم نمودند، صمیمانه سپاسگزاریم.

منابع

ارزانی، ک. ۱۳۸۵. وارد نمودن، تکثیر، بررسی قرنطینه‌ای و شروع مطالعات سازگاری برخی از ارقام گلابی آسیایی(*Pyrus* Rehd.) *serotina* با شرایط آب وهوایی ایران فاز ۱: وارد نمودن و ازدیاد ژرم‌پلاسم. گزارش نهایی پروژه (شماره ثبت ۴۲۲۵) دانشگاه تربیت مدرس و شورای پژوهش‌های علمی کشور، ۱۴۰ ص.

ارزانی، ک. ۱۴۰۰. وارد نمودن، تکثیر، بررسی قرنطینه‌ای و شروع مطالعات سازگاری برخی از ارقام گلابی آسیایی (*Pyrus* Rehd.) *serotina* با شرایط آب و هوایی ایران فاز ۲: ارزیابی سازگاری در شرایط مختلف آب و هوایی. گزارش نهایی پروژه ملی گلابی آسیایی به شماره ثبت ۸۴۰۰۶، دانشگاه تربیت مدرس و صندوق حمایت از پژوهشگران کشور.

ارشادی، ا. ۱۳۷۶. بررسی و مقایسه اثرات پیوند چهار رقم سیب تجارتی 'گلاب کهنز'، 'شفیع‌آبادی'، 'رد دلیشز' و 'گلدن اسموتی' روی شش پایه رویشی مالینگ و مالینگ مرتون. دانشگاه تهران، تهران، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد.

آتشکار، د. و قاسمی، ا.ع. ۱۳۹۵. گزارش نهایی پروژه بررسی سازگاری ارقام گلابی آسیائی در شرایط اقلیمی کرج و اصفهان. انتشارات موسسه تحقیقات علوم باغبانی. شماره فروست ۴۹۸۰۷ مورخ ۱۳۹۵/۴/۲۳.

خان‌شقاقی، ا.، پیری، س. و اکبری، ک. ۱۳۹۴. بررسی خصوصیات میوه ارقام گلابی آسیایی در شرایط آب و هوایی ابهر. کنفرانس بین‌المللی علوم و مهندسی، ۲۰۱۵ . دبی- امارات.

خوش‌قلب، ح.، ارزانی،ک. و کریم‌زاده، ق.۱۳۸۲. بر همکنش اثرات پایه و پیوندک در تعیین اندازه درخت، موفقیت پیوند، استقرار اولیه، ویژگی‌های رویشی و کارآیی جذب عناصر غذایی در برخی از ارقام گلابی آسیایی (*Pyrus serotine* Rhd.) در شرایط آب و هوایی تهران. سومین کنگره علوم باغبانی ایران۱۰- ۱۲ شهریور، کرج (خلاصه مقالات ۲۱-۲۲).

دهقانی، ب.، ارزانی، ک.، ساریخانی، ح. و خرمی، س .۱۳۹۱. ارزیابی پومولوژیک و تغییرات فصلی رشد و نمو میوه برخی از ارقام گلابی آسیایی در شرایط آب و هوایی تهران. مجله به‌زراعی نهال و بذر، ۴: ۴۱۹-۴۳۳.

رضایی، ع.، ارزانی، ک. و ساریخانی‌خرمی، س. ۱۳۹۹. ارزیابی مورفولوژیک و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر گردو (*Juglans regia* L.) در شمال استان همدان. ایران. علوم باغبانی ایران، ۵۱(۲): ۴۴۱-۴۵۷.

زالی، ح. و براتی، ع. ۱۳۹۹. بررسی شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) به منظور گزینش لاین‌های امیدبخش جو با عملکرد بالا و خصوصیات زراعی مطلوب. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، ۱۲(۳۴): ۹۳-۱۰۴.

زالی، ح.، سفالیان، ا.، حسنلو، ط.، زین‌العابدینی، م. و اصغری، ع. ۱۳۹۸. بررسی ارتباط بین تعدادی از صفات فیزیولوژیک و مرفولوژیک کلزا با نشانگرهای مولکولی SSR در شرایط تنش خشکی. تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۱۲(۴): ۱۰۱۷-۱۰۲۹.

شاهی‌قره‌لر، ع.، زمانی، ذ.، فتاحی‌مقدم، م.ر.، بوذری، ن. و خدیوی‌خوب، ع. ۱۳۸۹. بررسی تنوع ژنتیکی برخی از ژنوتیپ‌های وحشی زیرجنس *Cerasus* با استفاده از خصوصیات رویشی و بذر. مجله علوم باغبانی ایران، ۴: ۳۵۹-۳۷۳.

صفرپورشورباخلو، م.، بهار، م.، طباطبائی، س.ب. و عبداللهی، ح. ۱۳۸۸. تعیین تنوع ژنتیکی ارقام گلابی (*Pyrus* spp.) با استفاده از نشانگرهای ریزماهواره‌ای. مجله علوم و فنون باغبانی، ۹: ۱۱۳-۱۲۸.

عبدالهی، ر.، حاجی‌لو، ج.، زین‌العابدینی، م.، مهنا، ن. و غفاری، م.ر. ۱۳۹۸. ارزیابی صفات کیفی پوست و گوشت برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های هلو. علوم باغبانی ایران، ۵۰(۱): ۱۵۱-۱۶۲.

فرشادفر، ع. ۱۳۹۴. اثر متقابل ژنوتیپ و محیط در اصلاح نباتات. انتشارات دانشگاه رازی کرمانشاه، ۵۳۲ ص.

کوشش‌صبا، م.، ارزانی، ک. و جلالی‌جواران، م. ۱۳۸۷. مطالعه آلل‌های ناسازگاری برخی ژنوتیپ‌های گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rehd.) به کمک روش PCR . به‌زراعی نهال و بذر (نهال و بذر سابق)، ۲۴: ۴۴۵-۴۵۶.

هناره، م. و حسنی، ق. ۱۳۹۸. ارزیابی خصوصیات رویشی و پومولوژیک و عملکرد میوه برخی از ارقام گلابی آسیایی در شرایط اقلیمی ارومیه. نهال و بذر، ۳۵(۱): ۷۳-۹۴.

Arzani, K. 2001. The position of pear breeding and culture in Iran: Introduction of some Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.) cultivars. In International Symposium on Asian Pears, Commemorating the 100th Anniversary of Nijisseiki Pear, 587: 167-176.

Arzani, K. 2002. The effect of european pear (*Pyrus communis* l.) and quince (*Cydonia oblonga* l.) seedling rootstocks on growth and performance of some asian pear (*Pyrus serotina* rehd.) cultivars. In I International Symposium on Rootstocks for Deciduous Fruit Tree Species, 658: 93-97.

Arzani, K. 2004. Progress in the national Asian pear project: A study on the adaptation of some Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd) cultivars to Iranian environmental conditions. In IX International Pear Symposium, 671: 209-212.

Arzani, K., Bahadori, F. and Piri, S. 2009. Paclobutrazol reduces vegetative growth and enhances flowering and fruiting of mature 'JH Hale'and 'Red Skin'peach trees. Horticulture Environment and Biotechnology, 50(2): 84-93.

Arzani, K., Khoshghalb, H., Malakouti, M.J. and Barzegar, M. 2008. Postharvest fruit physicochemical changes and properties of Asian (*Pyrus serotina* Rehd.) and European (*Pyrus communis* L.) pear cultivars. Horticulture Environment and Biotechnology, 49(1): 244-252.

Beutel, J.A. 1990. Asian Pear. PP. 304-309. In: Janick, J. E. Simon (Eds.), Poland Timber Press, USA.

Crisosto, C., Garner, D., Crisosto, G., Sibbett, G. and Day, K. 1994. Early harvest prevents internal browning in Asian pears. California Agriculture, 48(4): 17-19.

Elshihy, O.M., Sharaf, A.N. and Muzher, B.M. 2004. Morphological, anatomical and biochemical characterization of Syrian pear (*Pyrus syriaca* Boiss) genotypes. Arab Journal of Biotechnology, 7(2): 209-218.

Hanamoto, Y. 2001. Leap of Tottori 'Nijisselki' Pear to the World. In International Symposium on Asian Pears, Commemorating the 100th Anniversary of Nijisseiki Pear, 587: 127-127.

Hiwasa, K., Nakano, R., Hashimoto, A., Matsuzaki, M., Murayama, H., Inaba, A. and Kubo, Y. 2004. European, Chinese and Japanese pear fruits exhibit differential softening characteristics during ripening. Journal of Experimental Botany, 55(406): 2281-2290.

Hwang, C.L. and Yoon, K. 1981. Multiple attributes decision making methods and applications, Springer, Berlin Heidelberg, pp: 58-191.

Kadkhodaei, S., Arzani, K., Yadollahi, A., Karimzadeh, G. and Abdollahi, H. 2021. Genetic Diversity and Similarity of Asian and European Pears (*Pyrus* Spp.) Revealed by Genome Size and Morphological Traits Prediction. International Journal of Fruit Science, 21(1): 619-633.

Katayama, H. and Uematsu, C. 2006. Pear (*Pyrus spp*) genetic resources in Iwate, Japan. Genetic Resources and Crop Evolution, 53(3): 483-498.

Krause, S., Hammer, K. and Buerkert, A. 2007. Morphological biodiversity and local use of the Himalayan pear (*Pyrus pashia*) in Central Bhutan. Genetic Resources and Crop Evolution, 54(6): 1245-1254.

Ma, S.S. and Chen, P.M. 2003. Storage disorder and ripening behavior of 'Doyenne du Comice'pears in relation to storage conditions. Postharvest Biology and Technology, 28(2): 281-294.

Shen, T. 1980. Pears in China. HortScience 15: 13-17.

Yan, W. and Kang, M.S. 2002. GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists. CRC press, Boca Raton, FL, USA.

Zali, H., Sofalian, O., Hasanloo, T., Asghari, A. and Hoseini, S.M. 2015. Appraising of drought tolerance relying on stability analysis indices in canola genotypes simultaneously, using selection index of ideal genotype (SIIG) technique: Introduction of new method. Biological Forum, 7(2): 703-711.