علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۶، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۴ (ص ۷۵-۶۳)

مطالعهٔ ارتباط بین صفات مورفولوژیک با گل‌دهی در هم‌گروه‌های سیر ایرانی

احمدرضا عباسی‌فر[۱] و فرشاد دشتی[۲*]
۱ و ۲. دانشجوی سابق دکتری و دانشیار، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۲۱ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۱/۱۷)

چکیده

این آزمایش با هدف تشخیص هم‌گروه‌های گل‌ده سیر (*Allium sativum* L.) و تعیین ارتباط صفات مورفولوژیکی با صفت گل‌دهی با استفاده از روش‌های آماری تجزیهٔ واریانس، مقایسهٔ میانگین‌ها، ضرایب همبستگی، تجزیهٔ عامل، رگرسیون گام‌به‌گام، تجزیهٔ مسیر و تجزیهٔ خوشه انجام شد. در این پژوهش صفات گل‌دهی، تعداد، طول و عرض برگ، موقعیت طویل‌ترین برگ، طول و قطر ساقهٔ مجازی، وزن سوخ و سیرچه، تعداد سیرچه در سوخ، درصد مادهٔ خشک سیرچه و عملکرد در ۳۰ هم‌گروه سیر ایرانی بررسی شد. نتایج تجزیهٔ واریانس آزمایش بیانگر تفاوت معنادار بین کلون‌ها در تمامی صفات ارزیابی‌شده بود. آزمون ضرایب همبستگی، وجود همبستگی منفی معنادار بین صفت گل‌دهی با صفات تعداد، طول و عرض برگ، موقعیت طویل‌ترین برگ، قطر ساقهٔ مجازی، وزن سوخ و سیرچه، تعداد سیرچه در سوخ و عملکرد، و همبستگی مثبت معنادار با صفات طول ساقهٔ مجازی و درصد مادهٔ خشک سیرچه را نشان داد. آزمون تجزیه به عامل‌ها نشان داد که در عامل اول، بیشترین ضرایب مثبت مربوط به صفات تعداد و عرض برگ، قطر ساقهٔ مجازی، وزن سوخ و عملکرد و در عامل دوم بیشترین ضرایب مثبت مربوط به صفات طول برگ، طول ساقهٔ مجازی و وزن سیرچه بود. تجزیهٔ رگرسیون گام‌به‌گام نشان داد که صفات تعداد برگ در بوته، طول ساقهٔ مجازی و طول برگ بیشترین همبستگی را با گل‌دهی داشتند. آزمون تجزیهٔ علیت (مسیر) نیز نشان داد که صفات تعداد برگ در بوته و طول برگ بیشترین تأثیر منفی مستقیم و صفت طول ساقهٔ مجازی بیشترین تأثیر مثبت مستقیم را بر گل‌دهی داشتند. براساس تجزیهٔ کلاستر صفات، کل هم‌گروه‌های سیر به دو زیرخوشهٔ گل‌ده و غیرگل‌ده تفکیک شدند. نتایج این پژوهش نشان داد صفات مورفولوژیکی مؤثر بر گل‌دهی به‌ویژه طول کمتر برگ، طول ساقهٔ مجازی بیشتر و تعداد کمتر برگ در بوته، می‌توانند به‌منزلهٔ نشانگرهای مورفولوژیکی در برنامه‌های به‌نژادی و تولید بذر سیر استفاده شوند.

واژه‌های کلیدی: **تجزیهٔ عامل، تجزیهٔ علیت، تجزیهٔ کلاستر، رگرسیون گام‌به‌گام، ضرایب همبستگی.**

مقدمه

سیر (*Allium sativum* L.) گیاهی دیپلوئید (۲n=۲x=۱۶) است که به‌منظور تولید سیرچه و سوخ آن کشت می‌شود (Figliuolo *et al*., 2001). مبدأ و مرکز اولیهٔ سیر، آسیای مرکزی (قزاقستان) و دومین مرکز آن کوه قفقاز و حوزهٔ مدیترانه بوده است (Etoh & Simon, 2002) و سپس به غرب، شرق و جنوب پراکنده شده است (Etoh *et al*., 2001). اگرچه سیر معمولاً غیربارور است و به‌صورت غیرجنسی تکثیر می‌شود، تنوع کشاورزی و مورفولوژیکی گسترده‌ای را در ویژگی‌هایی

* تلفن: ۰۹۱۸۳۱۳۳۵۴۱
E-mail: dashti1350@yahoo.com

مانند رنگ و اندازهٔ سوخ، ارتفاع گیاه، گل‌دهی، رنگ گل، تعداد و اندازهٔ سیرچه، باروری و توسعهٔ سیرچه‌های هوایی در گل‌آذین، طول دورهٔ رشد، خاصیت انبارداری، خواب و سازگاری به شرایط آگروکلیماتیک نشان می‌دهد (Pooler & Simon, 1993; Del Pozo *et al*., 1997; Lallemand *et al*., 1997; López *et al*., 1997; Figliuolo *et al*., 2001). انتخاب براساس صفات مورفولوژیک که به‌آسانی قابل دسترسی‌اند، کمک قابل توجهی در راستای انتخاب هم‌گروه‌های گل‌ده و احتمالاً بارور خواهد کرد. (Etoh *et al*., 2001) تنوع ژنتیکی زیادی را در میان توده‌های سیر جمع‌آوری شده در آسیای مرکزی (مرکز اولیهٔ مبدأ گونه) در مقایسه با سیرهای جمع‌آوری شده از خارج مرکز اولیه، تشخیص دادند. Vafaii (2009) در بررسی تنوع ژنتیکی ۳۷ هم‌گروه سیر، اعلام کرد توده‌های مطالعه‌شده تنوع گسترده‌ای را در صفات مورفولوژیکی نشان دادند و ۳۷ هم‌گروه را به چهار گروه اصلی تقسیم کرده است که گروه چهارم آن با ۱۹ هم‌گروه بالاترین تنوع را در دندروگرام نشان داد.

Takagi (1990) سیرها را از نظر توانایی برای گل‌دهی به سه گروه غیرگل‌ده، گل‌ده ناقص و گل‌ده کامل طبقه‌بندی و اعلام کرد تنها گروه سوم ساقهٔ گل‌دهندهٔ ضخیم و بلند با تعداد زیادی گل و پیازچهٔ هوایی تولید می‌کنند. این پژوهشگر همچنین اعلام کرد، بسیاری از کلون‌های سیر گل نمی‌دهند و اگر هم گل بدهند ساقه‌های گل‌دهندهٔ بدون گل تولید می‌کنند. Mathew *et al*. (2005) اعلام کردند که گل‌دهی تنها در سیرهای با حداقل هفت برگ اتفاق می‌افتد. همچنین این پژوهشگران پیش‌نیازهای دیگر را برای گل‌دهی در سیرهای آسیایی، حداقل ارتفاع گیاه ۲۵ سانتی‌متر، قطر طوقه ۰/۶ سانتی‌متر، قطر سوخ ۳/۷ سانتی‌متر، وزن سوخ ۲۲/۵ گرم و سطح برگ پایه ۱۸۲/۴ سانتی‌متر مربع اعلام کردند. Etoh & Simon (2002) و Kamenestsky *et al*. (2003) ژنوتیپ‌های سیر را از نظر توانایی برای تولید ساقهٔ گل‌دهنده، چتر گل، گردهٔ بارور و پذیرش کلاله، به‌طور قابل ملاحظه‌ای متنوع دانستند.

فلات ایران از مراکز مهم تنوع گیاهی در دنیا محسوب می‌شود (Mosavi, 1994) و در بین آلیوم‌شناسان، به‌منزلهٔ هلال پراکنش سیر شناخته شده است و مطالعات مورفولوژیکی (Baghalian *et al*., 2005; Vafaii, 2007) و مطالعات مولکولی (Vafaii *et al*., 2007) نشان‌دهندهٔ تنوع گسترده هم‌گروه‌های سیر به‌ویژه هم‌گروه‌های شرق کشور است. همچنین کشور ایران یکی از اولین مراکز پراکنش گیاه سیر بوده و سیر از مناطقی همانند فلات ایران به دنیای غرب راه یافته است (Etoh & Simon, 2002). در سال‌های اخیر، توجه خاص پژوهشگران دنیا به گل‌دهی سیر به‌منزلهٔ مقدمه و بستری برای تولید بذر واقعی آن، لزوم توجه جدی به شناسایی هم‌گروه‌های گل‌ده سیر ایرانی با هدف بسترسازی برای تولید بذر و امکان اصلاح سیر ایرانی را ایجاب می‌کند. پژوهش‌های زیادی درخصوص شناسایی صفات مورفولوژیکی سیر به‌ویژه صفات مؤثر بر عملکرد آن انجام شده است، اما تاکنون ارتباط صفات مورفولوژیکی با گل‌دهی سیر بررسی و مطالعه نشده است. در صورت شناسایی نشانگرهای دارای همبستگی با صفت گل‌دهی، میزان پیشرفت در به‌نژادی ارقام سیر به‌طور قابل توجهی افزایش خواهد یافت. به عنوان مثال، Etoh & Simon (2002) و Pooler & Simon (1994) ارتباط ثابت میان رنگ بساک‌ها و آزادکردن گرده‌ها را تشخیص دادند و اعلام کردند در بیشتر هم‌گروه‌های سیر نر بارور، بساک‌ها به رنگ ارغوانی هستند. ازآنجاکه تا کنون روش‌های مولکولی و بیوشیمیایی دقیقی برای شناسایی کلون‌های گل‌ده و بارور سیر یافت نشده است، هدف اصلی این آزمایش تشخیص هم‌گروه‌های گل‌ده و تعیین ارتباط صفات مورفولوژیکی با صفت گل‌دهی برای دستیابی به نشانگر یا نشانگرهایی بود که بتوانند در انتخاب هم‌گروه‌های گل‌ده، مفید واقع شوند.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

برای انجام این پژوهش، ۳۰ هم‌گروه سیر از شرق، غرب، جنوب و شمال کشور به شرح جدول۱ تهیه و در این آزمون ارزیابی شدند. سیرچه‌های توده‌های مختلف پس از جداسازی، در اواسط آبان در خطوطی به طول ۱۳۰ سانتی‌متر و به فواصل ۲۵ سانتی‌متر و در ۴ تکرار در مزرعهٔ تحقیقاتی گروه باغبانی دانشکدهٔ کشاورزی

دانشگاه اراک کشت شدند. کود فسفره از منبع سوپرفسفات تریپل به میزان ۲۰ گرم بر مترمربع و کود پتاسه از منبع سولفات پتاسیم به میزان ۲۵ گرم بر مترمربع و برای همهٔ توده‌ها به‌طور یکسان در پاییز و قبل از کاشت مصرف شد. کود نیتروژن نیز از نوع اوره به میزان ۳۰ گرم بر مترمربع فقط به‌صورت سرک و در سه مرحله از اواخر اسفند شروع و به فواصل دو هفته یک بار، مصرف شد. اولین مرحلهٔ آبیاری در پاییز پس از کاشت و اولین آبیاری در بهار از اواسط اردیبهشت شروع و براساس نیاز گیاه و با توجه به دمای محیط به فواصل ۵ـ۷ روز یک بار و تا ۱۰ روز قبل از برداشت، انجام شد.

صفات ارزیابی‌شده

برای اندازه‌گیری صفات، تعداد پنج بوته از هر هم‌گروه به‌صورت تصادفی انتخاب و تمامی صفات مورد نظر روی این پنج بوته سنجیده شد. صفات تعداد، طول و عرض برگ، موقعیت (مکان قرارگرفتن) طویل‌ترین برگ، طول و قطر ساقهٔ مجازی، میانگین وزن سوخ، میانگین و تعداد سیرچه در سوخ، درصد مادهٔ خشک و عملکرد در هم‌گروه‌های سیر به شرح زیر اندازه‌گیری و ارزیابی شدند.

تعداد برگ در بوته

برای شمارش تعداد برگ در بوته، در پایان رشد رویشی و ظهور آخرین برگ در بوته، تعداد برگ در بوته شمارش و میانگین‌گیری شد.

طول برگ

برای تعیین طول برگ، در پایان رشد رویشی بوته و اتمام رشد طولی برگ‌ها، از هر بوته، طول سه برگ از سطح خاک تا نوک برگ، اندازه‌گیری و میانگین‌گیری شد.

عرض برگ

برای تعیین عرض برگ، در پایان رشد رویشی بوته، از هر بوته، عرض سه برگ در محل اتصال به ساقهٔ مجازی اندازه‌گیری و درنهایت میانگین‌گیری شد.

موقعیت طویل‌ترین برگ

برای تعیین مکان طویل‌ترین برگ در هر بوته و مقایسهٔ بین هم‌گروه‌های مختلف، ابتدا طول تمام برگ‌های هر بوته از سطح زمین تا نوک برگ‌ها مشخص و سپس شمارهٔ طویل‌ترین برگ تعیین و میانگین‌گیری شد.

طول و قطر ساقهٔ مجازی

برای تعیین قطر ساقهٔ مجازی، در پایان رشد رویشی با استفاده از کولیس دیجیتال، قطر ساقهٔ مجازی در محل پنج سانتی‌متر بالاتر از سطح زمین و برای تعیین طول ساقهٔ مجازی، ارتفاع آن از سطح زمین تا محل انشعاب (بازشدن) آخرین برگ با استفاده از متر فلزی اندازه‌گیری و میانگین‌گیری شد.

گل‌دهی

در پایان رشد رویشی و پس از ظهور و رشد ساقهٔ گل‌دهنده، هم‌گروه‌های دارای ساقهٔ گل‌دهنده به‌منزلهٔ گل‌ده و با کد ۲ و هم‌گروه‌های فاقد ساقهٔ گل‌دهنده به‌منزلهٔ غیرگل‌ده و با کد ۱ در نظر گرفته شدند.

عملکرد

پس از آنکه اندام هوایی ۷۰ درصد بوته‌ها خشک شدند و بر روی زمین خوابیدند، کل سوخ‌های هر کرت از زمین خارج شدند. برای یکنواخت‌شدن رطوبت، سوخ‌های برداشت‌شده به‌مدت ۲۴ ساعت بر روی روزنامه و در هوای باز قرار گرفتند و سپس توزین شدند. سپس عملکرد هر کرت بر تعداد سوخ‌های حاصل تقسیم و عدد حاصل بر فضای اختصاص داده‌شده برای هر بوتهٔ سیر ضرب و نتیجه نیز بر تعداد بوته در هر مترمربع ضرب شد.

میانگین وزن سوخ

برای اعمال دقت بیشتر، وزن کل سوخ برداشت‌شده از هر پلات تعیین شد و از تقسیم آن بر تعداد سوخ برداشت‌شده، میانگین سوخ هر هم‌گروه به دست آمد.

تعداد و میانگین وزن سیرچه

ابتدا از کل سوخ‌های برداشت‌شده، پنج سوخ به‌صورت تصادفی انتخاب و وزن آن اندازه‌گیری شد. سپس سیرچه‌های سوخ‌های انتخابی مجزا و تعداد آن شمارش شد. از تقسیم تعداد سیرچه‌ها بر پنج، میانگین تعداد

سیرچه و از تقسیم وزن کل پنج سوخ بر تعداد حبه‌ها، میانگین وزن سیرچه‌ها تعیین شد.

درصد مادهٔ خشک

سوخ‌های هم‌گروه‌های سیر پس از برداشت برای حذف رطوبت مزرعه و یکنواخت‌شدن رطوبت آن‌ها، به‌مدت دو هفته در دمای اتاق قرار داده شدند. سپس از سوخ‌های برداشت‌شده، پنج سوخ به‌طور تصادفی انتخاب و پس از جداکردن حبه‌ها از سوخ، خرد و مخلوط شدند و ۱۰۰ گرم از آن به‌صورت تصادفی انتخاب، توزین و در پتری ریخته شد و درون آون با دمای ۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت قرار گرفت. سپس مقدار مادهٔ خشک باقی‌مانده توزین و درصدگیری شد.

تجزیهٔ واریانس، توصیف‌های آماری، تجزیهٔ کلاستر، تجزیهٔ به عامل و رگرسیون گام‌به‌گام با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. همچنین برای تعیین ضرایب مسیر از نرم‌افزار PATH1 استفاده شد.

نتایج و بحث

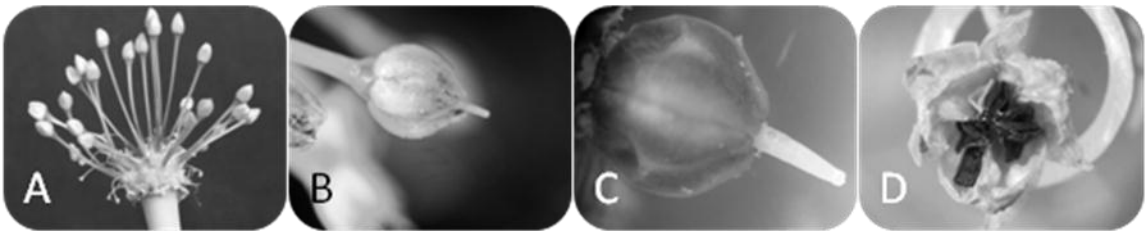
تجزیهٔ واریانس

براساس نتایج تجزیهٔ واریانس، صفات تعداد برگ در بوته، طول برگ، موقعیت طویل‌ترین برگ، طول و قطر ساقهٔ مجازی، وزن سوخ، وزن سیرچه، تعداد سیرچه در سوخ و درصد مادهٔ خشک در سطح ۱ درصد و صفت عرض برگ در سطح ۵ درصد تفاوت معناداری در بین هم‌گروه‌ها نشان دادند که بیانگر تنوع در بین هم‌گروه‌های بررسی‌شده بود.

مقایسهٔ میانگین‌ها

با توجه به معناداربودن اختلاف بین هم‌گروه‌ها، به‌منظور گروه‌بندی آن‌ها از نظر صفات ارزیابی‌شده، مقایسهٔ میانگین‌ها به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد که نتایج آن در جدول ۱ آورده شده است.

از ۳۰ کلون آزمایش‌شده، فقط ۱۵ کلون ساقهٔ گل‌دهنده و گل‌آذین تولید کردند. بسیاری از پژوهشگران نیز در هم‌گروه‌های بررسی‌شده نشان دادند که برخی از هم‌گروه‌ها قادر به تولید ساقهٔ گل‌دهنده و گل‌آذین هستند (Etoh, 1982; Takagi, 1990). برای ممانعت از رقابت شدید بین تاپست‌ها و گل‌ها در گل‌آذین (Pooler & Simon, 1994)، تاپست‌ها در چند مرحله حذف و درنهایت گل‌آذین از بوته‌های سیر قطع شد و پس از نگهداری در ظروف محتوی آب و مواد غذایی، تعدادی میوه تشکیل شد و مقداری بذر نیز به دست آمد. تصاویر گل‌آذین، گل، میوه و بذر به‌دست‌آمده از برخی توده‌های گل‌ده در شکل ۱ مشخص شده است.



شکل ۱. تصاویر گل‌آذین (A)، گل (B)، میوه (C) و بذر (D) کلون‌های گل‌ده سیر

هم‌گروه تربت‌جام که یک هم‌گروه غیرگل‌ده بود، با میانگین عملکرد ۳/۳۳ کیلوگرم در مترمربع، بیشترین عملکرد را داشت که فقط با هم‌گروه‌های مشهد ۱ و ۲، قزوین۲، قاین و الموت۲ که همگی غیرگل‌ده هستند، تفاوت معناداری نداشت.

مقایسهٔ میانگین‌های سایر صفات بررسی‌شده نشان داد که بیشترین تعداد برگ در بوته مربوط به هم‌گروه قزوین۲ (۱۱ عدد) و کمترین آن مربوط به هم‌گروه مازندران (۶/۵۵ عدد) بوده است. هم‌گروه تربت‌جام با طول برگ ۸۰/۹۸ سانتی‌متر، بالاترین طول برگ و هم‌گروه محلی سیستان با طول برگ ۵۵/۸۰ سانتی‌متر، کمترین طول برگ را داشت. هم‌گروه تربت‌جام با عرض برگ ۲/۳۲ سانتی‌متر، بالاترین عرض برگ و هم‌گروه پایین‌نقب بابلسر با عرض برگ ۱/۳۲ سانتی‌متر، کمترین عرض برگ را به خود اختصاص دادند. هم‌گروه تنکابن با طول ساقهٔ مجازی ۲۷/۲۱ سانتی‌متر، بلندترین ساقهٔ

مجازی و هم‌گروه طبس با طول ساقهٔ مجازی ۱۶/۷۳ سانتی‌متر، کمترین طول ساقهٔ مجازی را داشت. هم‌گروه تربت‌جام با قطر ساقهٔ مجازی ۱/۹۶ سانتی‌متر دارای بیشترین قطر ساقهٔ مجازی بود و هم‌گروه مازندران۱ با قطر ساقهٔ مجازی ۰/۷۴ سانتی‌متر کمترین قطر ساقهٔ مجازی را داشت. هم‌گروه تربت‌جام با میانگین وزن سوخ ۸۳/۱۸ گرم، بیشترین وزن سوخ و هم‌گروه محلی سیستان با میانگین وزن سوخ ۲۲/۰۵ گرم، کمترین وزن سوخ را داشتند. هم‌گروه قزوین۲ با میانگین وزن سیرچه ۹/۸۵ گرم، بیشترین وزن سیرچه و هم‌گروه محلی سیستان با میانگین وزن سیرچه ۳/۲۹ گرم، کمترین وزن سیرچه را داشتند. هم‌گروه طبس با ۱۵/۶۳ سیرچه، بیشترین تعداد سیرچه در سوخ را داشت و هم‌گروه آستانهٔ اشرفیه با ۵/۹۴ سیرچه، دارای کمترین تعداد سیرچه در سوخ بود. هم‌گروه پایین‌نقب بابلسر با میزان مادهٔ خشک ۳۷/۰۴ درصد بالاترین میزان مادهٔ خشک را داشت و هم‌گروه قاین با میزان مادهٔ خشک ۲۸/۸۸ درصد دارای کمترین میزان مادهٔ خشک بود.

جدول ۱. مقایسهٔ میانگین‌های صفات بررسی‌شده در ۳۰ هم‌گروه مختلف سیر ایرانی با استفاده از آزمون دانکن

ردیف	نام هم‌گروه	گل‌دهی	عملکرد (kg/m^2)	مادهٔ خشک (٪)	تعداد سیرچه در سیر	وزن سیرچه (gr)	وزن سوخ (gr)	قطر ساقهٔ مجازی (cm)	طول ساقهٔ مجازی (cm)	موقعیت طویل‌ترین برگ	عرض برگ (cm)	طول برگ (cm)	تعداد برگ در بوته
۱	مازندران ۲	*	۱/۲۹۱ ghi	۳۵/۰۱ abc	۷/۰۶ hi	۴/۸۹ cde	۳۲/۲۸ ghi	۰/۸۹ ijk	۲۲/۳۴ bcd	۱/۳۹ de	۱/۴۶ efg	۶۱/۳۰ def	۷/۹۰ gh
۲	آستانه اشرفیه	*	۱/۳۹۱ ghi	۳۶/۶۶ a	۵/۹۴ j	۶/۴۱ bcd	۳۴/۷۸ ghi	۰/۹۴ ijk	۲۲/۲۱ bcd	۱/۰۰ e	۱/۵۸ def	۶۷/۱۲ bcd	۷/۴۰ hij
۳	چینی زابل	*	۱/۴۴۵ ghi	۳۶/۲۴ ab	۹/۶۳ cde	۴/۷۰ def	۳۶/۱۲ ghi	۱/۳۸ cde	۲۰/۵۳ cde	۱/۳۵ de	۱/۶۷ cde	۶۶/۸۶ bcd	۷/۲۱ hij
۴	جویبار	*	۱/۸۳۳ cde	۳۴/۴۴ abc	۹/۶۹ cde	۵/۵۰ bcd	۴۵/۸۴ cde	۱/۲۰ fgh	۲۵/۴۵ ab	۱/۱۵ de	۱/۸۲ abc	۷۰/۲۳ bcd	۷/۷۰ hi
۵	لشت نشاء	*	۱/۵۳۶ fgh	۳۶/۴۹ ab	۷/۵۰ ghi	۶/۰۵ bcd	۳۸/۴۱ fgh	۰/۹۴ ijk	۲۳/۴۸ abc	۱/۴۰ de	۱/۶۸ bcd	۶۶/۴۸ bcd	۷/۲۵ hij
۶	محلی لنگرود	*	۱/۸۲۹ cde	۳۲/۹۲ abc	۶/۸۱ hi	۶/۱۶ bcd	۴۵/۷۱ cde	۱/۱۰ hij	۲۴/۲۵ abc	۱/۲۵ de	۱/۶۸ bcd	۷۰/۲۸ bcd	۷/۹۰ gh
۷	محلی سیستان	*	۰/۸۸۲ i	۳۳/۰۷ abc	۷/۱۳ hi	۳/۲۹ e	۲۲/۰۵ i	۰/۸۲ jkl	۱۸/۴۴ efg	۱/۲۰ de	۱/۴۵ efg	۵۵/۸۰ f	۷/۲۷ hij
۸	مازندران ۱	*	۱/۱۵۱ hi	۳۵/۸۶ ab	۸/۳۱ efg	۴/۶۲ def	۲۸/۷۷ hi	۰/۷۴ l	۱۹/۲۰ def	۱/۴۵ de	۱/۴۰ fg	۶۳/۱۸ cde	۶/۵۵ j
۹	مازند زابل	*	۱/۲۹۶ ghi	۳۲/۴۵ abc	۷/۸۸ fgh	۴/۳۶ def	۳۲/۴۰ ghi	۰/۹۴ ijk	۲۱/۳۳ bcd	۱/۴۰ de	۱/۵۸ def	۶۳/۷۶ cde	۶/۷۵ ij
۱۰	نجکش بهشهر	*	۲/۱۷۵ bcd	۳۴/۲۸ abc	۱۱/۱۳ bcd	۵/۱۰ cde	۵۴/۳۷ bcd	۱/۱۷ fgh	۲۳/۷۴ abc	۱/۴۰ de	۱/۸۷ abc	۶۹/۱۸ bcd	۸/۸۰ def
۱۱	پائین نقب بابلسر	*	۱/۲۴۳ ghi	۳۷/۰۴ a	۶/۸۸ hi	۴/۸۱ def	۳۱/۰۷ ghi	۰/۷۵ kl	۲۰/۰۳ cde	۱/۲۰ de	۱/۳۲ g	۶۳/۲۸ cde	۶/۸۰ ij
۱۲	رمدان گلوگاه	*	۱/۶۶۳ efg	۳۲/۷۷ abc	۶/۷۵ ij	۶/۴۷ bcd	۴۱/۵۸ efg	۱/۰۶ hij	۲۱/۴۶ bcd	۱/۳۵ de	۱/۴۶ efg	۶۶/۶۴ bcd	۸/۰۲ fgh
۱۳	تبریز	*	۲/۰۴۴ bcd	۳۳/۷۱ abc	۶/۸۱ hi	۵/۰۴ cde	۵۱/۱۱ bcd	۱/۱۴ ghi	۲۱/۷۰ bcd	۱/۲۰ de	۱/۷۴ bcd	۶۹/۳۶ bcd	۸/۰۲ fgh
۱۴	تنکابن	*	۲/۰۶۵ bcd	۳۳/۷۸ abc	۹/۱۹ def	۵/۸۷ bcd	۵۱/۶۲ bcd	۱/۲۲ efg	۲۷/۲۱ a	۱/۴۵ de	۱/۹۳ abc	۷۳/۸۴ ab	۸/۹۵ def
۱۵	یزد	*	۲/۰۷۱ bcd	۳۴/۵۵ abc	۶/۶۹ ij	۵/۵۵ bcd	۵۱/۷۶ bcd	۱/۱۷ fgh	۲۳/۸۳ abc	۱/۱۶ de	۱/۸۴ abc	۷۰/۱۱ bcd	۸/۱۸ efg
۱۶	اهواز		۲/۰۵۷ bcd	۳۵/۱۰ abc	۸/۶۳ def	۶/۱۹ bcd	۵۱/۴۲ bcd	۱/۵۹ bcd	۱۹/۶۹ cde	۲/۳۴ bc	۱/۹۷ abc	۷۰/۰۶ bcd	۹/۷۹ bcd
۱۷	الموت ۲		۲/۸۱۹ ab	۳۳/۲۲ abc	۱۲/۱۳ bcd	۵/۷۸ bcd	۷۰/۴۸ ab	۱/۷۱ abc	۲۲/۲۰ bcd	۱/۹۰ cd	۲/۲۵ ab	۷۵/۲۰ ab	۱۰/۴۰ abc
۱۸	علی اباد همدان		۱/۷۰۴ def	۳۲/۴۷ abc	۱۰/۳۸ bcd	۴/۵۰ def	۴۲/۶۱ def	۱/۴۸ cde	۲۰/۸۴ bcd	۱/۹۰ cd	۱/۸۸ abc	۶۸/۱۴ bcd	۹/۸۳ bc
۱۹	بهار		۱/۸۳۵ cde	۳۳/۹۴ abc	۱۱/۵۶ bcd	۴/۴۰ def	۴۵/۸۸ cde	۱/۴۰ cde	۲۰/۱۱ cde	۱/۹۵ cd	۱/۹۸ abc	۶۸/۱۹ bcd	۱۰/۱۹ abc
۲۰	قاین		۲/۵۵۵ abc	۲۸/۸۸ g	۱۰/۲۵ bcd	۶/۶۴ bcd	۶۳/۸۸ abc	۱/۶۴ abc	۱۸/۷۸ efg	۳/۲۷ a	۲/۰۷ abc	۶۹/۴۰ bcd	۹/۶۰ bcd
۲۱	قزوین ۲		۲/۷۷۵ abc	۲۹/۶۹ def	۹/۲۵ def	۹/۸۵ a	۶۹/۳۷ abc	۱/۹۲ ab	۲۲/۹۳ abc	۱/۹۰ cd	۲/۱۷ abc	۷۵/۰۳ ab	۱۱/۰۰ a
۲۲	گلپایگان		۲/۰۸۶ bcd	۳۰/۸۰ cde	۱۱/۶۹ bcd	۵/۰۱ cde	۵۲/۱۴ bcd	۱/۶۰ bcd	۱۷/۱۰ gh	۲/۴۰ bc	۱/۸۵ abc	۶۷/۸۸ bcd	۱۰/۳۰ abc
۲۳	کاشمر		۲/۰۵۱ bcd	۳۴/۷۹ abc	۱۲/۸۱ abc	۴/۶۶ def	۵۱/۲۸ bcd	۱/۳۵ def	۱۸/۲۱ fgh	۱/۹۸ cd	۱/۷۰ bcd	۶۷/۵۰ bcd	۹/۴۹ cd
۲۴	مشهد ۱		۲/۶۳۰ abc	۳۴/۱۸ abc	۱۰/۸۸ bcd	۷/۵۲ b	۶۵/۷۴ abc	۱/۷۳ abc	۲۱/۶۰ bcd	۲/۶۵ abc	۱/۸۷ abc	۷۵/۵۸ ab	۱۰/۶۰ ab
۲۵	مشهد ۲		۲/۷۰۱ abc	۳۲/۷۲ abc	۱۰/۱۳ bcd	۶/۵۳ bcd	۶۷/۵۳ abc	۱/۵۶ cde	۲۱/۱۵ bcd	۱/۸۵ cde	۱/۹۸ abc	۷۱/۹۱ bc	۹/۵۵ bcd
۲۶	شیروان		۲/۰۷۶ bcd	۳۳/۱۳ abc	۱۳/۳۸ ab	۴/۳۷ def	۵۱/۹۱ bcd	۱/۴۶ cde	۱۷.۲۳ gh	۲/۵۵ abc	۲/۰۱ abc	۶۶/۳۰ bcd	۹/۱۵ de
۲۷	سولان همدان		۲/۴۲۵ bcd	۳۲/۰۲ bcd	۱۰/۹۴ bcd	۵/۶۸ bcd	۶۰/۶۱ bcd	۱/۷۲ abc	۱۸/۷۵ efg	۳/۰۰ ab	۲/۲۱ abc	۷۰/۵۷ bcd	۹/۰۳ de
۲۸	طبس		۲/۰۵۰ bcd	۳۳/۹۱ abc	۱۵/۶۳ a	۳/۴۰ ef	۵۱/۲۶ bcd	۱/۴۷ cde	۱۶/۷۳ h	۳/۰۵ ab	۱/۹۰ abc	۶۰/۴۰ ef	۱۰/۵۰ abc
۲۹	تربت جام		۳/۳۲۷ a	۲۹/۳۴ efg	۱۳/۲۵ ab	۷/۳۰ bc	۸۳/۱۸ a	۱/۹۶ a	۲۲/۷۳ bcd	۳/۱۰ ab	۲/۳۲ a	۸۰/۹۸ a	۱۰/۶۰ ab
۳۰	تویسرکان		۲/۱۸۹ bcd	۲۹/۲۷ fg	۱۲/۰۶ bcd	۵/۶۳ bcd	۵۴/۷۲ bcd	۱/۵۲ cde	۱۹/۷۳ cde	۲/۳۰ bc	۱/۸۲ abc	۶۹/۷۷ bcd	۹/۷۵ bcd

Figliuolo *et al.* (2001) در پژوهشی که بر روی هم‌گروه‌های مختلف سیر انجام دادند، ارتفاع گیاه را ۷۳/۶۵ سانتی‌متر، طول برگ را ۴۹/۳۲ سانتی‌متر، عرض برگ را ۱۹/۳۱ میلی‌متر، تعداد برگ در بوته را ۱۰/۵۴ عدد، ارتفاع ساقهٔ مجازی را ۱۱/۶۸سانتی‌متر، قطر گردن را ۱/۵۲ سانتی‌متر، تعداد سیرچه در سوخ را ۱۴/۳۸ عدد، وزن سوخ را ۴۳/۹۸ گرم و وزن سیرچه را ۳/۲۵ گرم ارزیابی کردند. Abbasifar *et al.* (2007) در مقایسهٔ برخی از هم‌گروه‌های سیر ایرانی اعلام کردند هم‌گروه سیر همدان بالاترین وزن سوخ (۴۵/۰۳ گرم) و وزن سیرچه (۴/۲۳ گرم) را داشت؛ هم‌گروه سیر اهواز از نظر تعداد سیرچه در سوخ (۱۲/۳۳ عدد) و مادهٔ خشک (۴۲/۷۰ درصد) بالاترین مقادیر را داشت، ولی هم‌گروه سیر تفرش از نظر تعداد برگ در بوته (۱۰/۸۳)، قطر ساقهٔ مجازی (۱/۶ سانتی‌متر)، عرض برگ (۴/۷ سانتی‌متر) و تعداد برگ در بوته (۱۰/۸۳ عدد) دارای بیشترین مقادیر بود. Baghalian *et al.* (2005) در پژوهشی میانگین وزن سیرچه را از ۰/۷ (رامهرمز) تا ۵/۴۴ (طالقان) گرم و میانگین وزن سوخ را از ۱۶ (تالش۱) تا ۶۲/۳۴ (طالقان) گرم و تعداد سیرچه در سوخ را از ۷ تا ۴۰ عدد گزارش کردند. نتایج این آزمایش با یافته‌های این پژوهشگران مطابقت دارد. تفاوت‌های جزئی بین نتایج پژوهشگران، به وجود تنوع زیاد در بین هم‌گروه‌های سیر و همچنین تأثیرات متفاوت اقلیمی شرایط محل آزمایش به‌ویژه دما و طول روز نسبت داده شده است (Etoh & Simon, 2002; Kamenestsky *et al*., 2004; Jenderek & Hannan, 2004).

در مجموع از مقایسهٔ میانگین صفات در بین هم‌گروه‌های گل‌ده و غیرگل‌ده مشخص می‌شود سیرهای گل‌ده تعداد برگ در بوته، طول برگ، عرض برگ، قطر ساقهٔ مجازی، وزن سوخ، تعداد سیرچه در سوخ و همچنین عملکرد کمتری نسبت به سیرهای غیرگل‌ده داشته‌اند. در حالی‌که سیرهای گل‌ده نسبت به سیرهای غیرگل‌ده از درصد مادهٔ خشک بیشتر و طول ساقهٔ مجازی بلندتری برخوردار بودند. همچنین در هم‌گروه‌های گل‌ده موقعیت بلندترین برگ، به‌دلیل داشتن ساقهٔ مجازی بلندتر شمارهٔ کمتری داشت.

ضرایب همبستگی

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، بیشتر صفات اندازه‌گیری شده با یکدیگر همبستگی مثبت و معناداری را نشان داده‌اند که نشان‌دهندهٔ تناسب رشد صفات با یکدیگر است. صفت گل‌دهی، با تمامی صفات به‌جز طول ساقهٔ مجازی و درصد مادهٔ خشک همبستگی منفی معناداری نشان داده است. با توجه به اینکه سیرهای گل‌ده نسبت به سیرهای غیرگل‌ده تعداد، طول و عرض برگ، قطر ساقهٔ مجازی، وزن سوخ و سیرچه، تعداد سیرچه در سیر و عملکرد کمتر و طول ساقهٔ مجازی و درصد مادهٔ خشک بیشتری داشتند، می‌توان از این صفات مورفولوژیکی به‌منزلهٔ نشانگر در انتخاب انواع هم‌گروه‌های سیر گل‌ده و برای کارهای به‌نژادی استفاده کرد. صفت عملکرد با تعداد برگ در بوته، طول برگ، عرض برگ، موقعیت طویل‌ترین برگ، قطر ساقهٔ مجازی، وزن سیر، وزن سیرچه و تعداد سیرچه در سوخ در سطح ۱ درصد همبستگی مثبت معنادار نشان داد، اما بین عملکرد و دو صفت گل‌دهی و درصد مادهٔ خشک در سطح ۱ درصد همبستگی منفی معنادار وجود داشت.

اساساً سیرهای گل‌ده نسبت به سیرهای غیرگل‌ده عملکرد کمتری دارند. نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج سایر پژوهشگران مطابقت دارد. Jenderek & Simon (2003) اعلام کردند سوخ سیرهای گل‌ده معمولاً ۴ تا ۱۲ عدد سیرچه دارند که از نظر اندازه نسبتاً مشابه‌اند، درحالی‌که سوخ سیرهای غیرگل‌ده معمولاً تعداد بیشتری سیرچه دارند که می‌توانند به میزان زیادی در اندازه نیز متفاوت باشند. Mathew *et al.* (2005) همبستگی مثبت و معنادار بالایی بین تعداد برگ در بوته، ارتفاع گیاه، وزن سوخ و قطر طوقه با القای گل گزارش کردند. Figliuolo *et al.* (2001) نیز اعلام کردند در سیر ارتفاع گیاه همبستگی بالایی با وزن، ارتفاع و قطر سوخ و طول برگ دارد و تأکید کردند، ارتفاع گیاه سیر به‌شدت با صفت عملکرد مرتبط است. این پژوهشگران همچنین اعلام کردند، بالاترین توارث‌پذیری در سیر مربوط به ارتفاع گیاه (۰/۶۲)، ارتفاع گردن (۰/۶۳)، تعداد سیرچه در سوخ (۰/۴۸)، وزن سیرچه (۰/۴۶)، قطر سیرچه (۰/۵۲)، تعداد برگ در بوته (۰/۴۳) بوده است. بقیهٔ صفات مثل وزن سوخ،

ارتفاع سوخ و قطر سوخ توارث‌پذیری پایینی داشتند. بنابراین، ارتفاع گیاه با توارث‌پذیری زیاد و همبستگی شدید با وزن و قطر سوخ می‌تواند برای انتخاب ژرم‌پلاسم سیر بسیار مفید باشد. Dorry *et al.* (2007) اعلام کردند که ضریب همبستگی فنوتیپی صفات نشان داد که عملکرد با درصد مادهٔ خشک همبستگی منفی و با وزن سوخ همبستگی مثبت نشان می‌دهد. رگرسیون نزولی صفات نیز نشان داده است که وزن سوخ، ارتفاع بوته و قطر ساقهٔ مجازی بیشترین تأثیر را در عملکرد داشت و از این صفات برای پیش‌بینی عملکرد هم‌گروه‌های سیر می‌توان استفاده کرد. Baghalian *et al.* (2005) همبستگی مثبت و معناداری بین وزن سیرچه و وزن سوخ و همبستگی منفی بین وزن سیرچه و تعداد سیرچه در سوخ را گزارش کردند. در این آزمایش نیز تعداد سیرچه در سوخ همبستگی منفی با وزن سیرچه داشت و بنابراین هم‌گروه‌های با تعداد بیشتر سیرچه، سیرچه‌های کوچک‌تری دارند.

جدول ۲. ضرایب همبستگی صفات ارزیابی‌شده در ۳۰ هم‌گروه سیر ایرانی

صفات	گل‌دهی	تعداد برگ در بوته	طول برگ (cm)	عرض برگ (cm)	موقعیت طویل‌ترین برگ	طول ساقهٔ مجازی (cm)	قطر ساقهٔ مجازی (cm)	وزن سوخ (gr)	وزن سیرچه (gr)	تعداد سیرچه در سوخ	مادهٔ خشک (%)	عملکرد (kg/m2)
گل‌دهی	۱											
تعداد برگ	-۰/۸۸۲(**)	۱										
طول برگ (cm)	-۰/۴۰۳(*)	۰/۵۷۵(**)	۱									
عرض برگ (cm)	-۰/۷۲۳(**)	۰/۷۹۸(**)	۰/۷۳۸(**)	۱								
موقعیت طویل‌ترین برگ	-۰/۸۴۴(**)	۰/۷۳۴(**)	۰/۳۲۴	۰/۶۷۶(**)	۱							
طول ساقهٔ مجازی (cm)	۰/۵۰۴(**)	-۰/۱۸۸	۰/۴۶۰(*)	۰/۰۴۱	-۰/۵۲۰(**)	۱						
قطر ساقهٔ مجازی (cm)	-۰/۸۵۳(**)	۰/۸۹۳(**)	۰/۷۱۲(**)	۰/۸۹۹(**)	۰/۷۷۳(**)	-۰/۱۵۳	۱					
وزن سوخ (gr)	-۰/۶۸۴(**)	۰/۸۰۸(**)	۰/۸۵۰(**)	۰/۸۸۷(**)	۰/۶۵۱(**)	۰/۰۹۸	۰/۸۸۴(**)	۱				
وزن سیرچه (gr)	-۰/۲۲۴	۰/۳۷۹(*)	۰/۷۴۰(**)	۰/۴۳۱(*)	۰/۱۶۸	۰/۴۲۹(*)	۰/۵۰۰(**)	۰/۶۱۴(**)	۱			
تعداد سیرچه در سوخ	-۰/۷۶۱(**)	۰/۷۲۳(**)	۰/۲۶۱	۰/۶۲۹(**)	۰/۷۵۷(**)	-۰/۴۲۶(*)	۰/۶۷۷(**)	۰/۵۷۰(**)	-۰/۱۱۷	۱		
مادهٔ خشک (%)	۰/۵۵۵(**)	-۰/۵۸۷(**)	-۰/۴۰۶(*)	-۰/۵۷۷(**)	-۰/۵۸۸(**)	۰/۱۴۳	-۰/۶۴۲(**)	-۰/۶۰۶(**)	-۰/۳۶۷(*)	-۰/۳۹۱(*)	۱	
عملکرد (kg/m2)	-۰/۶۸۴(**)	۰/۸۰۸(**)	۰/۸۵۰(**)	۰/۸۸۷(**)	۰/۶۵۱(**)	۰/۰۹۸	۰/۸۸۴(**)	۱/۰۰۰ (**)	۰/۶۱۴(**)	۰/۵۷۰(**)	-۰/۶۰۶(**)	۱

نتایج رگرسیون گام‌به‌گام

با استفاده از رگرسیون گام‌به‌گام بهترین مدل برای پیش‌بینی صفت گل‌دهی در جدول ۳ نشان داده شده است. بیشترین ضریب تعیین (R^2) در بین سه مدل به‌دست‌آمده مربوط به این مدل و به میزان ۰/۹۲۴ بود. همچنین این مدل نسبت به مدل‌های دیگر، صفات بیشتری را با صفت گل‌دهی مرتبط کرده است. رگرسیون گام‌به‌گام نشان داد که صفات تعداد برگ در بوته، طول ساقهٔ مجازی و طول برگ، بیشترین همبستگی را با گل‌دهی دارند، بنابراین از این سه صفت برای انجام تجزیهٔ مسیر استفاده شد. Dorry *et al.* (2007) با استفاده از رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیهٔ علیت اعلام کردند که وزن سوخ و عرض برگ، ضرایب همبستگی بالایی با عملکرد را داشت و مهم‌ترین صفات تعیین‌کنندهٔ عملکرد بودند. همچنین این پژوهشگران اعلام کردند، وزن سوخ به‌تنهایی بیشترین سهم را در تعیین عملکرد سیر داشته است و این صفت را به‌عنوان بهترین معیار برای گزینش هم‌گروه‌های سیر اعلام کردند.

جدول ۳. نتایج رگرسیون گام‌به‌گام صفت گل‌دهی (متغیر وابسته) با سایر صفات به‌منزلهٔ متغیر مستقل در هم‌گروه‌های سیر ایرانی در سطح اطمینان ۹۵ درصد

متغیر واردشده	ضرایب معادله	t	انحراف معیار	ضریب تعیین (R^2)	F
عرض از مبدأ	۳/۳۲۶	۸/۷۰۹	۰/۳۸۲	۰/۹۲۴	۱۰۵/۶۶۰
تعداد برگ در بوته	-۰/۲۳۵	-۷/۳۹۲	۰/۰۳۲		
طول ساقهٔ کاذب	۰/۱۰۵	۶/۶۵۹	۰/۰۱۶		
طول برگ	-۰/۰۲۹	-۳/۰۲۳	۰/۰۰۹		
مدل پیشنهادی	(طول برگ) ۰/۰۲۹ - (طول ساقه) ۰/۱۰۵ + (تعداد برگ) ۰/۲۳۵ -۳/۳۲۶ = گلدهی				

نتایج تجزیهٔ مسیر (علیت)

نتایج تجزیهٔ روابط علت و معلولی صفت گل‌دهی با صفات ارزیابی‌شده منتخب از رگرسیون گام‌به‌گام در جدول ۴ نشان داده شده است که به شرح زیر است:

۱. گل‌دهی از طریق تعداد برگ در بوته: تعداد برگ در بوته بیشترین اثر مستقیم منفی (۰/۶۲-) بر گل‌دهی را داشت. طول برگ، بیشترین تأثیر منفی (۰/۱۶-) را به‌طور غیرمستقیم از طریق صفت تعداد برگ در بوته بر گل‌دهی داشته است. در نهایت تعداد برگ در بوته به میزان ۰/۸۸- با گل‌دهی همبستگی داشت.

۲. گل‌دهی از طریق طول برگ: طول برگ اثر مستقیم منفی (۰/۲۸-) بر گل‌دهی داشت. تعداد برگ در بوته بیشترین تأثیر منفی (۰/۳۶-) و طول ساقهٔ مجازی بیشترین تأثیر مثبت (۰/۲۴) را به‌طور غیرمستقیم از طریق صفت طول برگ بر گل‌دهی داشت و در نهایت طول برگ به میزان ۰/۴۰- با گل‌دهی همبستگی داشت.

۳. گل‌دهی از طریق طول ساقهٔ مجازی: در بین صفات ارزیابی‌شده تنها صفت طول ساقهٔ مجازی اثر مستقیم مثبت (۰/۵۲) بر گل‌دهی داشت. تعداد برگ در بوته بیشترین تأثیر مثبت (۰/۱۲) و طول برگ بیشترین تأثیر منفی (۰/۱۳-) را به‌طور غیرمستقیم از طریق طول ساقهٔ مجازی بر گل‌دهی داشت و درنهایت طول ساقهٔ مجازی سبب ایجاد همبستگی (۰/۵۰) با گل‌دهی شد.

Dorry *et al.* (2007) با استفاده از تجزیهٔ مسیر نشان دادند که در هم‌گروه‌های سیر، عرض برگ بیشترین اثر مستقیم و مثبت را بر عملکرد داشته و بیشترین اثر غیرمستقیم مربوط به تعداد برگ در بوته بوده است. بنابراین، بهترین معیار برای گزینش هم‌گروه‌های سیر را عرض پهنک برگ اعلام کردند. نتایج این پژوهش نشان داد بهترین نشانگر با هدف گزینش هم‌گروه‌های گل‌ده در وهلهٔ اول تعداد کمتر برگ در بوته و سپس طول بیشتر ساقهٔ مجازی بوده است.

با توجه به اینکه صفات تعداد برگ در بوته و طول برگ به‌ترتیب بیشترین تأثیر منفی مستقیم و صفت طول ساقهٔ مجازی بیشترین تأثیر مثبت مستقیم را بر گل‌دهی داشتند، می‌توان با استفاده از این صفات به‌منزلهٔ نشانگرهای قابل اعتماد، هم‌گروه‌های سیر گل‌ده را بهتر و آسان‌تر شناسایی و در برنامه‌های به‌نژادی و تولید بذر سیر از آن‌ها بهره‌برداری کرد.

جدول ۴. اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات تعداد برگ در بوته، طول برگ و طول ساقهٔ مجازی بر صفت گل‌دهی هم‌گروه‌های سیر در تجزیهٔ مسیر

ردیف	صفت	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم		ضریب همبستگی
			تعداد برگ در بوته	طول برگ (cm)	طول ساقهٔ مجازی (cm)
۱	تعداد برگ در بوته	۰/۵۷۴	-	۰/۱۵۶	۰/۰۷۷	-۰/۸۸**
۲	طول برگ (cm)	۰/۲۷۱	۰/۳۳	-	-۰/۱۹۱	-۰/۴۰**
۳	طول ساقهٔ مجازی (cm)	-۰/۴۱۵	-۰/۱۰۹	۰/۱۲۵	-	۰/۵۰**

نتایج تجزیهٔ خوشه‌ای

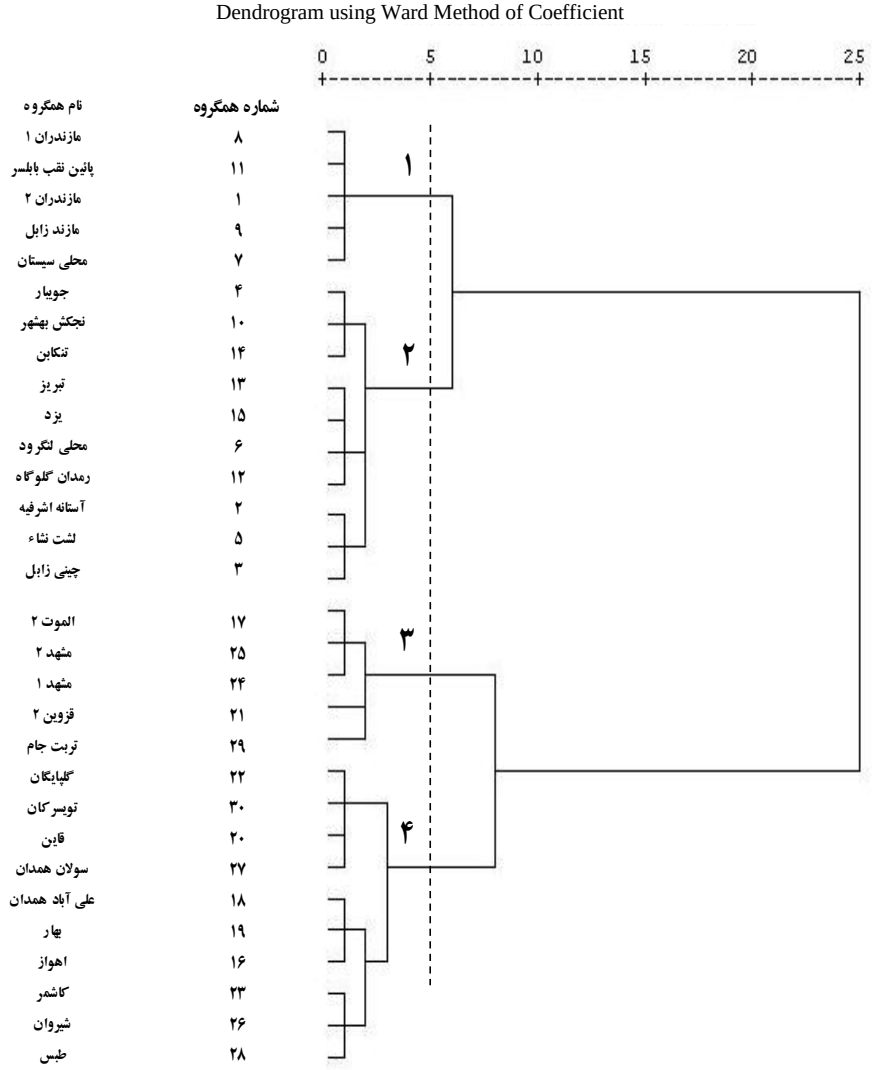
نتایج نشان داد حتی بدون اعمال صفت گل‌دهی در تجزیهٔ خوشه، کل خوشه به دو زیرخوشهٔ اصلی تفکیک شد. در خوشهٔ اصلی ۱ کلیهٔ هم‌گروه‌های گل‌ده و در خوشهٔ اصلی ۲ کلیهٔ هم‌گروه‌های غیرگل‌ده جای گرفتند. با برش دندروگرام حاصل از روش وارد (شکل ۲) در فاصلهٔ ۵ واحد، هم‌گروه‌های سیر ارزیابی‌شده در ۴ خوشهٔ مجزا قرار گرفتند. برای تفسیر بهتر خوشه‌های دندروگرام، جدول ۵ تهیه شد.

از مقایسهٔ هم‌گروه‌های گل‌ده (میانگین‌های خوشهٔ ۱ و ۲) و غیرگل‌ده (میانگین‌های خوشهٔ ۳ و ۴) مشخص شد که هم‌گروه‌های گل‌ده در کلیهٔ صفات به‌جز طول ساقهٔ مجازی و درصد مادهٔ خشک درصد تغییرات منفی داشت و میانگین خوشه در این صفات، در هم‌گروه‌های گل‌ده از میانگین کل کمتر بوده است. بنابراین، چنانچه به دنبال داشتن سیرهایی با سطح سبز، وزن سوخ، وزن سیرچه و به‌ویژه عملکرد بیشتری باشیم، نباید از هم‌گروه‌های گل‌ده استفاده کنیم. درحالی‌که در هم‌گروه‌های غیرگل‌ده، درصد تغییرات در کلیهٔ صفات به‌جز طول ساقهٔ مجازی و درصد مادهٔ خشک درصد

تغییرات مثبت داشته است. یعنی هم‌گروه‌های غیرگل‌ده در مقایسه با هم‌گروه‌های گل‌ده در صفات تعداد، طول و عرض برگ، موقعیت طویل‌ترین برگ، قطر ساقهٔ مجازی، وزن سوخ و سیرچه، تعداد سیرچه در سوخ و عملکرد، میانگین خوشهٔ بالاتری نسبت به میانگین کل داشته‌اند که با نتایج Simon & Jenderek (2003) مطابقت دارد. مقایسهٔ بین خوشه‌ها نشان داد که بهترین خوشه از نظر درصد تغییرات صفات، خوشهٔ سوم بود. هم‌گروه‌های موجود در این خوشه در همهٔ صفات به‌جز درصد مادهٔ خشک، درصد تغییرات مثبت داشتند. صرف نظر از صفت گل‌دهی، هم‌گروه‌های موجود در این خوشه برای کشت و کار توصیه می‌شوند. هم‌گروه‌هایی که در این آزمایش گل‌ده بودند و همگی در خوشهٔ اصلی۱ قرار گرفتند، از مناطق شمالی و شرقی کشور که به محل مبدأ اصلی سیر یعنی آسیای مرکزی نزدیک هستند، جمع‌آوری شده بودند. همچنان‌که Pooler (1991)، تقریباً همهٔ هم‌گروه‌های بررسی‌شده در آسیای مرکزی را گل‌ده و بارور تشخیص داد.

تجزیهٔ عامل

نتایج تجزیهٔ آماری عامل‌های اصلی در تجزیه به عامل نشان داد که تنها دو عامل اصلی مقادیر ویژهٔ بالاتر از ۱ داشتند. عامل اول با مقدار ویژهٔ ۷/۵۹۹ و جمعاً ۶۳/۳۲۷ درصد تغییرات و عامل دوم با مقدار ویژه ۲/۴۴۲ و جمعاً ۲۰/۳۸۶ درصد تغییرات کل را توجیه می‌کنند. مجموع عامل‌های اول و دوم، ۸۳/۶۷۴ درصد تغییرات کل را توجیه می‌کنند.



شکل ۲. دندروگرام حاصل از تجزیهٔ خوشه‌ای ۳۰ هم‌گروه سیر ارزیابی‌شده برمبنای صفات مورفولوژیکی و بدون اعمال صفت گل‌دهی توسط روش وارد و ضریب تشابه جاکارد

جدول ۵. تفسیر خوشه‌های دندروگرام ۳۰ هم‌گروه سیر ایرانی برمبنای صفات مورفولوژیکی

خوشه / صفت	خوشهٔ ۱ هم‌گروه‌های شمارهٔ ۱، ۷، ۸، ۹، ۱۱		خوشهٔ ۲ هم‌گروه‌های شمارهٔ ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۱۰، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵		میانگین خوشه‌های ۱و۲ (هم‌گروه‌های گل‌ده)		خوشهٔ ۳ هم‌گروه‌های شمارهٔ ۱۷، ۲۱، ۲۴، ۲۵، ۲۹		خوشهٔ ۴ هم‌گروه‌های شمارهٔ ۱۶، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۲، ۲۳، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۳۰		میانگین خوشه‌های ۳و۴ (هم‌گروه‌های غیرگل‌ده)		میانگین کل
	میانگین خوشه	درصد تغییرات (نسبت به کل)	میانگین خوشه	درصد تغییرات (نسبت به کل)	میانگین خوشه‌ها	درصد تغییرات (نسبت به کل)	میانگین خوشه	درصد تغییرات (نسبت به کل)	میانگین خوشه	درصد تغییرات (نسبت به کل)	میانگین خوشه‌ها	درصد تغییرات (نسبت به کل)	
تعداد برگ در بوته	۷/۰۵	-۲۰/۰۰	۷/۹۴	-۹/۹	۷/۵	-۱۴/۹۵	۱۰/۴۳	۱۸/۳۱	۹/۷۶	۱۰/۷۱	۱۰/۱	۱۴/۵۱	۸/۸۲
طول برگ (cm)	۶۱/۴۶	-۱۰/۲۵	۶۹/۰۱	۰/۷۸	۶۵/۲۴	-۴/۷۴	۷۵/۷۴	۱۰/۶۱	۶۷/۸۲	-۰/۹۶	۷۱/۷۸	۴/۸۳	۶۸/۴۸
عرض برگ (cm)	۱/۴۴	-۲۰/۶۷	۱/۷۳	-۶/۳۵	۱/۵۹	-۱۳/۵۱	۲/۱۲	۱۶/۷۹	۱/۹۴	۶/۸۷	۲/۰۳	۱۱/۸۳	۱/۸۲
موقعیت طویل‌ترین برگ	۱/۳۳	-۲۸/۱	۱/۲۷	-۳۱/۳۴	۱/۳	-۲۹/۷۲	۲/۲۸	۲۳/۲۶	۲/۴۷	۳۳/۵۴	۲/۳۸	۲۸/۴	۱/۸۵
طول ساقهٔ مجازی (cm)	۲۰/۲۷	-۳/۹۳	۲۳/۳۹	۱۰/۸۶	۲۱/۸۳	۳/۴۷	۲۲/۱۲	۴/۸۴	۱۸/۷۲	-۱۱/۲۸	۲۰/۴۲	-۳/۲۲	۲۱/۱
قطر ساقهٔ مجازی (cm)	۰/۸۳	-۳۷/۰۷	۱/۱۳	-۱۴/۳۳	۹۸	-۲۵/۷۰	۱/۷۷	۳۴/۱۹	۱/۵۲	۱۵/۲۴	۱/۶۵	۲۴/۷۲	۱/۳۲
وزن سوخ (gr)	۲۹/۳۱	-۴۰/۵۸	۴۵/۱۳	-۸/۵۱	۳۷/۲۲	-۲۴/۵۵	۷۱/۲۶	۴۴/۴۶	۵۲/۵۷	۶/۵۷	۶۱/۹۲	۲۵/۵۲	۴۹/۳۳
وزن سیرچه (gr)	۴/۳۹	-۲۰/۸	۵/۶۸	۲/۴۸	۵/۰۴	-۹/۱۶	۷/۴	۳۳/۵۱	۵/۰۵	-۸/۸۹	۶/۲۳	۱۲/۳۱	۵/۵۴
تعداد سیرچه در سوخ	۷/۴۵	-۲۳/۳	۸/۰۱	-۱۷/۲۴	۷/۷۳	-۲۰/۲۷	۱۱/۱۳	۱۴/۹۹	۱۱/۷۳	۲۱/۱۹	۱۱/۴۳	۱۸/۰۹	۹/۶۸
مادهٔ خشک (%)	۳۴/۶۹	۳/۷۹	۳۴/۵۸	۳/۴۶	۳۴/۶۴	۳۴/۶۴	۳۱/۸۳	-۴/۷۷	۳۲/۴۳	-۲/۹۸	۳۲/۱۳	-۳/۸۸	۳۳/۴۲
عملکرد (kg/m^2)	۱/۱۷	-۴۰/۶۱	۱/۸۱	-۸/۱۲	۱/۴۹	-۲۴/۳۶	۲/۸۵	۴۴/۶۷	۲/۱	۶/۶	۲/۴۸	۲۵/۶۴	۱/۹۷

براساس اطلاعات مندرج در جدول ۶، در عامل اول بیشترین ضریب منفی مربوط به صفت گل‌دهی و بیشترین ضرایب مثبت مربوط به تعداد برگ در بوته، عرض برگ، موقعیت طویل‌ترین برگ، قطر ساقهٔ مجازی (بالاترین ضریب)، وزن سوخ و عملکرد بوده است. براساس عامل دوم، بیشترین ضرایب منفی مربوط به صفات تعداد سیرچه در سوخ و موقعیت طویل‌ترین برگ و بیشترین ضرایب مثبت مربوط به صفات گل‌دهی، طول برگ، طول ساقهٔ مجازی (بالاترین ضریب) و وزن سیرچه بود.

کلیهٔ هم‌گروه‌ها براساس بای‌پلات عامل‌های اول و دوم (شکل ۳) در چهار ناحیه قرار گرفتند. در ناحیهٔ اول هم‌گروه‌هایی قرار دارند که از نظر صفات یادشده در عامل‌های اول و دوم که بیشترین ضرایب مثبت را داشتند، بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند. این هم‌گروه‌ها همگی غیرگل‌ده بودند ولی بالاترین میزان وزن سوخ و عملکرد را داشتند.

در ناحیهٔ دوم هم‌گروه‌هایی قرار دارند که از نظر صفاتی که بالاترین ضرایب مثبت در عامل دوم را دارند، مقادیر بالا، ولی از نظر عامل اول صفاتی با ضرایب پایین دارند. این هم‌گروه‌ها از نظر صفت گل‌دهی، طول برگ و طول ساقهٔ مجازی که در عامل دوم ضریب مثبت بالایی را دارند، مقادیر بیشتری را به دست آوردند و به همین دلیل هم‌گروه‌هایی که در این ناحیه قرار گرفتند، همگی گل‌ده محسوب شدند ولی عملکرد بالایی نداشته‌اند.

جدول ۶. ترکیب خطی ضرایب عامل‌های اول و دوم براساس صفات ارزیابی‌شده

ردیف	صفات	عامل اول	عامل دوم
۱	گل‌دهی	-۰/۱۱۳	۰/۱۶۵
۲	تعداد برگ	۰/۱۲۰	-۰/۰۵۴
۳	طول برگ	۰/۰۹۸	۰/۲۴۷
۴	عرض برگ	۰/۱۲۱	۰/۰۴۱
۵	موقعیت طویل‌ترین برگ	۰/۱۰۶	-۰/۱۸۳
۶	طول ساقه	-۰/۰۱۶	۰/۳۷۳
۷	قطر ساقه	۰/۱۲۸	-۰/۰۰۸
۸	وزن سوخ	۰/۱۲۴	۰/۰۹۹
۹	وزن سیرچه	۰/۰۶۷	۰/۲۸۳
۱۰	تعداد سیرچه در سوخ	۰/۰۹۴	-۰/۲۱۱
۱۱	مادهٔ خشک	-۰/۰۹۱	۰/۰۱۷
۱۲	عملکرد	۰/۱۲۴	۰/۰۹۹

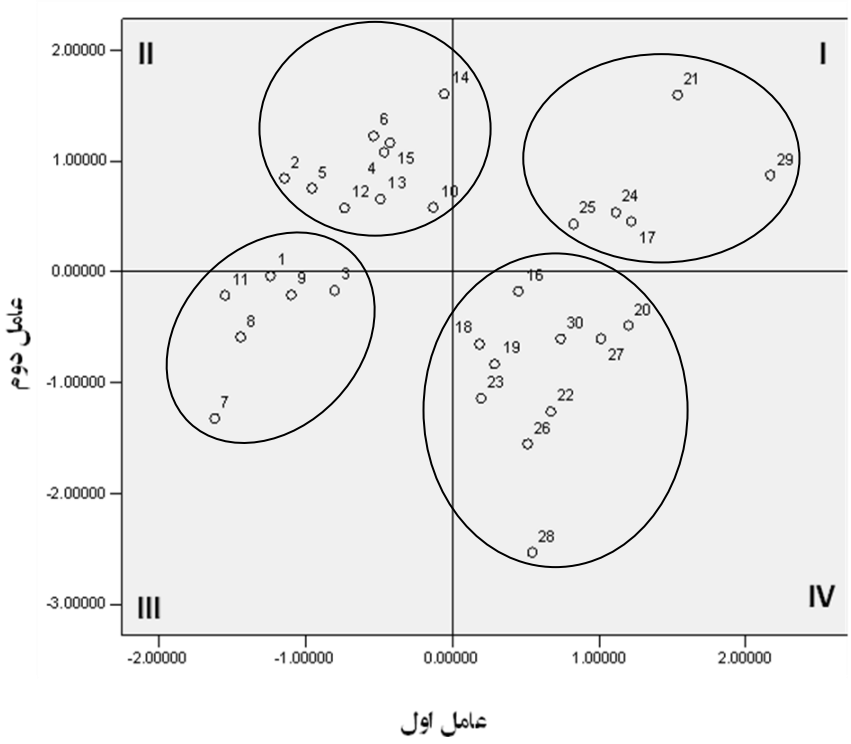
در ناحیهٔ سوم هم‌گروه‌هایی قرار دارند که از نظر صفات یادشده در عامل‌های اول و دوم که بیشترین ضرایب مثبت را داشتند، کمترین مقدار را دارند، اما از نظر صفاتی که ضرایب منفی بالایی در عامل دوم داشتند، مقدار بالایی را شامل می‌شوند. این هم‌گروه‌ها همگی گل‌ده محسوب می‌شوند و از نظر صفت درصد مادهٔ خشک مقادیر بالا و از نظر عملکرد کمترین مقادیر را در بین هم‌گروه‌ها به دست آورده‌اند.

در ناحیهٔ چهارم هم‌گروه‌هایی قرار دارند که از نظر صفات منتخب در عامل اول مقادیر بالایی دارند، اما از نظر

صفات منتخب (بالاترین ضرایب) مثبت در عامل دوم، مقادیر پایینی دارند. همچنین در این ناحیه هم‌گروه‌هایی که براساس عامل دوم بیشترین ضرایب منفی را داشتند، قرار می‌گیرند. این هم‌گروه‌ها همگی غیرگل‌ده بودند ولی عمدتاً وزن سوخ و عملکرد بالایی داشته‌اند.

در مجموع کلیهٔ هم‌گروه‌های واقع در ناحیهٔ اول و چهارم غیرگل‌ده و کلیهٔ هم‌گروه‌های واقع در ناحیهٔ دوم و سوم گل‌ده محسوب می‌شوند. در یک نگاه کلی مشخص می‌شود که هم‌گروه‌های گل‌ده در بیشتر صفات رشدی و به‌ویژه عملکرد، میانگین پایین‌تری نسبت به ارقام غیرگل‌ده داشته‌اند. هم‌گروه‌های گل‌ده صرفاً در صفات طول ساقهٔ مجازی و درصد مادهٔ خشک مقادیر بیشتری را نسبت به هم‌گروه‌های غیرگل‌ده نشان دادند.

Abbasifar & Dorry (2007) اعلام کردند که در سیر سه عامل اصلی برای توجیه ۷۱/۸ درصد تغییرات کفایت می‌کند. برای عامل اصلی اول بیشترین ضرایب مثبت مربوط به صفات قطر ساقهٔ مجازی، تعداد سیرچه در سوخ، وزن سوخ و عملکرد و برای عامل اصلی دوم بیشترین ضرایب مثبت مربوط به وزن سیرچه و ارتفاع بوته و برای عامل اصلی سوم بیشترین ضرایب مثبت مربوط به درصد مادهٔ خشک و ارتفاع بوته بوده است.



شکل ۳. بای‌پلات عامل‌های اول و دوم براساس صفات ارزیابی‌شده در ۳۰ هم‌گروه سیر ایرانی

نتیجه‌گیری کلی

در این آزمایش به‌رغم اینکه اقلیم محل اجرای آزمایش، شرایط لازم برای ورود به مرحلهٔ گل‌دهی را در سیر داشت، از بین ۳۰ هم‌گروه، فقط ۱۵ هم گروه که عمدتاً از مناطق شمال شرق، شمال، شمال غرب و شرق ایران جمع‌آوری شده بودند و به ناحیهٔ آسیای مرکزی نزدیک بودند، گل‌ده و ۱۵ هم‌گروه دیگر که بیشتر متعلق به ناحیهٔ مرکزی، غرب و جنوب کشور بودند، غیرگل‌ده بودند. همان‌گونه که برخی پژوهشگران (Etoh & Pooler & Simon, 1994; Simon, 2002)، همبستگی مثبت بین رنگ بساک‌های سیر و باروری آن را تأیید کرده‌اند، با استفاده از نتایج این پژوهش، می‌توان هم‌گروه‌های سیر گل‌ده را با استفاده از صفات مورفولوژیکی مؤثر بر گل‌دهی مثل تعداد، طول و عرض کمتر برگ، قطر کمتر ساقهٔ مجازی، وزن کمتر سوخ، تعداد کمتر سیرچه در سوخ، درصد مادهٔ خشک بیشتر و

طول بیشتر ساقهٔ مجازی غربالگری کرده و در برنامه‌های به‌نژادی و تولید بذر سیر استفاده کرد. استفاده از این صفات برای غربالگری اولیه می‌تواند بسیار کارا باشد و حجم هم‌گروه‌های بررسی‌شده را کاهش و تمرکز را بر کلون‌های دارای توانایی بیشتر در گل‌دهی و تولید بذر افزایش دهد.

REFERENCES

1. Abbasifar, A. R. & Dorry, H. R. (2007). Breeding of Tafresh garlic clones and production of superior clones. *Fifth Congress of Iranian Horticultural Science*, 2-5 Sep., Shiraz University, Shiraz, Iran, pp. 350. (In Farsi)
2. Abbasifar, A. R., Dorry, H. R. & Asadi, B. (2007). Investigation of quantitative and qualitative in 25 garlic clones in three regions of Markazi province. *Fifth Congress of Iranian Horticultural Science*, 2-5 Sep., Shiraz University, Shiraz, Iran, pp. 72. (In Farsi)
3. Baghalian, K., Ziai, S. A., Naghavi, M. R., Naghdi Abadi, H. & Khalighi. A. (2005). Evaluation of allicin content and botanical traits in Iranian garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes. *Scientia Horticulturae*, 103, 155-166.
4. Del pozo, A., Gonzalez, M. I. & Barraza, C. (1997). Phenological development of 13 clones of garlic (*Allium sativum* L.): Influence of temperature, photoperiod and cold storage. *Acta Horticulturae*, 443, 389-394.
5. Dorry, H. R., Abbasifar, A. R. & Asadi, B. (2007). Investigation of stability in garlic clones by using analysis of original components and analysis of AMMI. *Fifth Congress of Iranian Horticultural Science*, 2-5 Sep., Shiraz University, Shiraz, Iran, pp. 73. (In Farsi)
6. Etoh, T. & Simon, P. W. (2002). Diversity, fertility, and seed production of garlic. In: H. Rabinowitch, & L. Currah (Eds.), Allium Crop Science: Recent advances. (pp. 101–117). CABI Publication, New York.
7. Etoh, T. (1982). Development and degeneration of the tapetum in garlic, *Allium sativum* L. *Memories of the Faculty of Agriculture of Kagoshima University*, 18, 75-84.
8. Etoh, T., Watanabe, H. & Iwai, S. (2001). RAPD variation of garlic clones in the center of origin and the westernmost area of dietribution. *Memories of the Faculty of Agriculture of Kagoshima University*, 37, 21-27.
9. Figliuolo, G., Candido, V., Logozzo, G., Miccolis, V. & Spagnoletti, Z.P.L. (2001). Genetic evaluation of cultivated garlic germplasm (*Allium sativum* L. and *A. ampeloprasum* L.). *Euphytica*, 121, 325-334.
10. Jenderek, M. M. & Hannan, R. M. (2004). Variation in reproductive characteristics and seed production in the USDA garlic germplasm collection. *Hort Science*, 39,485-488.
11. Kamenestsky, R., London, I., Khassanov, F., Kik, C. & Rabinowitch, H.D. (2003). Garlic (*Allium sativum* L.) and its wild relatives from central Asia: Evaluation for fertility potential. *Acta Horticulturae*, 637, 83-91.
12. Kamenetsky, R., Shafir, I.L., Zemah, H., Barzilay, A. & Rabinowitch, H.D. (2004). Environmental control of garlic growth and florogenesis. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 129, 144-151.
13. Lallemand, J., Messiaen, C. M., Briand, F. & Etoh, T. (1997). Delimitation of varietal groups on garlic (*Allium sativum* L.) by morphological, physiological, and biochemical characters. *Acta Horticulturae*, 433, 123-132.
14. López Frasca, A., Silvestriy, V. & Rigoni, C. (1997). Métodos convencionales del mejoramiento genético del ajo. *Cultivaresy Producción de Semilla (INTA, Argentina)*, 2, 32-48.
15. Mathew, D., Ahmed, Z. & Singh, N. (2005). Formulation of flowering index, morphological relationships and yield prediction system in true garlic aerial seed bulbil production. *HortScience*, 40, 2036-2039.
16. Mosavi, A. (1994). Evaluation of characteristics ecophysiological Iranian Tare. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, University of Tehran. Iran. (In Farsi)
17. Pooler, M. R. & Simon, P. W. (1993). Garlic flowering in response to clone, photoperiod, growth temperature, and cold storage. HortScience, 28, 1085-1086.
18. Pooler, M. R. (1991). *Sexual reproduction in garlic (Allium sativum L.)*. Ph.D. thesis. Faculty of Agriculture, Wisconsin University, USA.
19. Pooler, M.R. & Simon, P.W. (1994). True seed production in garlic. *Sexual Plant Reproduction*, 7, 282-286.
20. Simon, P. S. & Jenderek, M. M. (2003). Flowering, seed production, and the Genesis of garlic breeding. *Plant Breeding Reviews*, 23, 211-244.
21. Takagi, H. (1990). Biochemistry, Food Science, and Minor crops. In: J. L. Brewster, & H. D. Rabinowitch, (Eds.), *Onions and Allied Crops*. (pp. 109–146). CRC Press.
22. Vafaii, Y., Dashti, F., Mardi, M. & Ershadi, A. (2009). A detection of genetic diversity among Iranian garlic clones (*Allium sativum* L.) via morphological characters and AFLP markers. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 40, 13-22. (In Farsi)

23. Vafaii, Y., Dashti, F., Mozaffari, A. A. & Baghalian, K. (2007). Diversity evaluation of Iranian and several exotic garlic (*Allium sativum* L.) clones using morphological traits. *Journal of the Iranian Society for Horticultural Science*, 8, 259-270. (In Farsi)